

juli/augustus 1979
ƒ 5,95/F 100 (dubbelnummer)
7/8
ELO
populaire hobby elektronica
Antennes
Kerncentrales
Voeding 3A/55V
Versterkers met modulen
Fasevibrator
Cassettedeck, nader bekeken

Spelen en werken met geluid

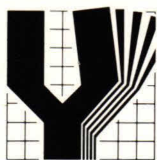
De meeste fouten, die gemaakt worden bij opnames van geluid, vinden hun oorsprong bij degene die opneemt.
Dat is helemaal niet erg; van een doorsnee recorder bezitter mag niemand verlangen, dat hij alle mogelijkheden van zijn veelal kostbare apparatuur weet te benutten. Maar dat "niet-eruit-halen-wat-erin-zit" is toch jammer. Daarom ontwikkelde Kluwer een speciaal instructiepakket: Spelen en werken met geluid.
Geen cursus met huiswerk of met een examen, maar wel een instructiepakket, dat u in maar liefst zo'n 60 hoofdstukken alles vertelt over de vele facetten van het opnemen en weergeven van geluid.
Enkele onderwerpen die in de vele tientallen hoofdstukken worden behandeld:
● microfoon-opstellingen
● opnames in de zaal, in de open lucht en in de vrije natuur
● microfoonkabels ● muziekprogramma's met presentatie ● verbindingssnoeren en pluggen ● diapresentaties met geluid
● geluid bij de film ● tapemontage en noemt u maar op.

De cursus kost *f* 198.—/F 3326 ineens of *f* 44.60/F 750 in 5 maandelijkse termijnen.
Daarvoor krijgt u een losbladige band met honderden pagina's tekst en illustraties, een instructieplaat, een testplaat, een testband alsmede studiostickers, regie- en archiefblocs etc.

Bestellen

U kunt dit instructiepakket bestellen door de bon in te vullen en op te sturen.
Wij sturen u het pakket dan per omgaande toe. U kunt ook eerst uitgebreide informatie aanvragen.







BON Spelen en werken met geluid

☐ Stuur mij het instructiepakket "Spelen en werken met geluid"
Ik betaal: ☐ ineens *f* 198,—
☐ in 5 termijnen van *f* 44.60
☐ Stuur mij eerst nadere informatie.

Naam: ....
Adres: ....
Postcode/plaats: ....
Ik betaal na ontvangst van uw acceptgirokaart(en).

Deze bon in een gesloten envelop, zonder postzegel, sturen naar: Kluwer Technische Tijdschriften bv, Antwoordnummer 7, 7400 AG Deventer.
Voor België: Desguinlei 102, bus 7, 2000 Antwerpen.

INHOUD

In het volgende nummer o.a.:

Twee antennes in een doosje

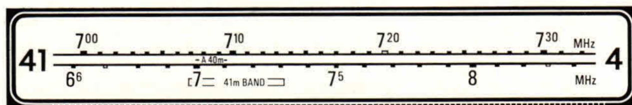
Niet iedereen vindt twee antennes op een auto zo fraai. Afgezien nog van het feit dat men twee gaten in de carrosserie moet snijden en twee antennekabels moet aanbrengen die elkaars capaciteit kunnen beinvloeden. Hiervoor hebben we nu een oplossing gevonden waarmee men de auto-antenne samen kan gebruiken met de 27 MHz band antenne.

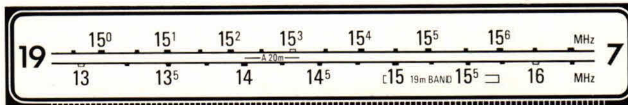
Wist je,

Het begrip amplitude modulatie dat voorkomt in de telecommunicatietechniek wordt verklaard, eveneens wordt aangegeven hoe een dergelijke AM-modulator kan worden gebouwd.

Zenden en ontvangen op 27 MHz

Sinds mensen heugenis heeft de mens behoefte gehad te communiceren. In het begin ging dit misschien erg primitief door middel van gebarentaal, later met rookseinen weer later per koerier en ga zo maar door. Een algehele omwenteling kwam echter in het begin van de twintigste eeuw, toen men de radio uitvond. Als we om ons heen kijken zien we wat er allemaal is gebeurd tussen de tijd van de eerste radio en de techniek van deze tijd. De primitieve communicatie vormen werden in een vernieuwde vorm herontdekt. In plaats van een koerier kennen we nu de telex en in de plaats van de "stadsomroeper" is nu de radio en de televisie gekomen.
De mens gefascineerd door deze ontwikkelingen in de elektronica kan maar niet ontkomen aan de gedachte om zelf ook iets met deze elektronica te doen. Want men ervoer het als bezwaarlijk dat de zogenaamde legale communicatie zoals radio en TV, als een soort eenrichtingsverkeer werkte. Men kreeg al langer hoe meer de behoefte om met elkaar "direct" te communiceren, "indirecte" communicatie was natuurlijk door de telex en niet te vergeten de brief al lang mogelijk.
Zo'n 15 jaar geleden zag het er dus naar uit, dat met de 27 MHz zenders, die toen op de markt verschenen, eindelijk een doorbraak was gekomen in de zogenaamde eenrichtings-communicatie, men kon nu naar hartelust met elkaar van gedachten wisselen. Maar al gauw kwam hieraan een einde, omdat de ether een ware chaos was geworden. Er kwam een nieuwe wet die onverbiddelijk was. Het was afgelopen met het zenden. Als alternatief mocht men alleen zenden wanneer toestemming werd gegeven door de PTT, deze toestemming kon alleen worden verkregen door het behalen van een zendcertificaat dat men door het volgen van cursussen kon behalen. Dit blijft in de toekomst ongewijzigd voor diegenen die met grotere vermogens zowel op FM, kortegolf, als lange golf willen zenden. Nu is niet iedereen zo technisch om een zendcertificaat te bemachtigen, hoewel zij toch ook recht hebben om te zenden.
Over een paar maanden is het dan zover, dat iedereen die 16 jaar of ouder is, op de 27 MHz FM-band op 22 kanalen vrij kan zenden. Nou ja, geheel probleemloos gaat dat natuurlijk ook weer niet, want de te gebruiken zendapparatuur zal door de PTT goedgekeurd moeten zijn. Daarom bleek de behoefte te bestaan om wat meer te weten over het zenden. Met onze "special" over 27 MHz zenders, zullen wij nader ingaan op de technische en natuurkundige basisbegrippen van het zenden.





Brieven aan ELO

De redactie behoudt zich het recht voor brieven te bekorten

De ELO prijsvraag

Hoewel in de door u uitgeschreven prijsvraag van okt, nov, en dec "78 stond vermeld, dat correspondentie hierover niet mogelijk is, kan ik het niet laten om toch enkele opmerkingen te maken.

1./oktober "78. Het verhaaltje.
Hierin stond letterlijk:
Alleen de omzetting van het geluid in een elektrisch signaal en omgekeerd aan de randen van het frequentiegebied levert enige moeilijkheden op. De volgende regel geeft een opsomming van enkele boosdoeners.
Opmerking: de opneem/weergeefkop, de grammofoonplaat en de geluidsband zetten geen elektrisch signaal om in een geluidsignaal en omgekeerd, terwijl over het begrip pickup nog valt te praten.
Deze regel alleen al bevat 3 of 4 fouten.
Ik heb in deze puzzel een totaal van 10 fouten gevonden.
2/november "78 De simpele schakeling.
Hierin zaten 5 fouten.

Hiervan hebt u er zelf al 4 ontdekt, doch 1 is er kennelijk over het hoofd gezien. Zoals iedere beginnende LTS'er u zal kunnen vertellen werkt geen enkele elektrische schakeling op een spanning doch op een spanningsverschil. Bent u al achter de fout?
Juist, de schakeling is niet doorverbonden met het nulpunt van de voedingsspanning.

3/december "78.
Hiermee ben ik het 100% eens, de oplossing is inderdaad 3.
De oplossing wordt m.i. 1053, hoewel over de eerste nog valt te praten. Een ding is echter wel heel zeker, de oplossing is niet 443.
Het resultaat van deze slordigheden is het volgende:
a Enkele mensen, die mogelijk aanzienlijke tijd aan deze onzin hebben besteed, maken door hun gezond verstand geen enkele kans op een prijs.
b De mensen met foute oplossingen krijgen fraaie prijzen thuisgestuurd.

Ik zou het sportief vinden indien u deze brief publiceert of openlijk uw fout toegeeft in ELO. Doet u dit niet, dan is de kwaliteit van uw blad rechtevenredig met de kwaliteit van de prijsvraag en zal ik andere Nederlandse tijdschriften benaderen, die zeer waarschijnlijk wel geinteresseerd zijn in de publicatie van een dergelijke briljante puzzel.

Ing.A.A.M. De Blaay, Ferdinand Bolstraat 20, Bergen op Zoom

De bepaling, dat correspondentie over deze puzzel niet mogelijk is, blijft onveranderd van kracht.
Met deze prijsvraag ging het ons niet om de letter maar om de geest; want ELO wordt geschreven voor hen die de elektronica als hobby beoefenen.
Iedere prijsvraag die als uitgangspunt heeft, dat de lezer fouten kan zoeken, zal altijd iemand opleveren die meer fouten vindt dan waren bedoeld. Alleen al het feit dat zo enorm veel lezers, waaronder heel wat zeer vakbekwame, de bedoeling van de prijsvraag hebben begrepen, is voor de redactie aanleiding te stellen dat 'spijkers op laag water' altijd te vinden zijn. Wij plaatsen deze brief ook slechts om aan te tonen dat er goede en slechte verliezers zijn. Tevens om te laten zien wat een slechte verliezer wil doen om zijn verlies althans moreel te compenseren.
De redactie

Gloreg – gloeiplugregelaar ELO 7/8 – 1978

Als vervolg op de brief die in onze rubriek, "brieven aan ELO", in ELO 1-1979 werd opgenomen, kunnen wij u melden dat een van onze lezers, die lid is van de modelvliegclub Zutphen, hierop heeft gereageerd.

Fig. 7 op blz 16 van ELO 7/8-1978 geeft de schakeling van de "GLOREG".
In het schema ziet u een weerstand R1 van 120Ω en om deze weerstand gaat het nu, als we deze weerstandswaarde vergroten tot 1,2kΩ, dan is de schakeling geschikt voor een 12V installatie. Nu we toch bezig zijn met deze schakeling, kunnen we zonder veel moeite de aansluiting om de accu te laden, iets opschuiven naar links, deze aansluiting komt nu tussen R en S in, het schema ziet er zo wat logischer uit en kan wat voordelen hebben bij het laden!
Het geheel wordt reeds enige maanden tot volle tevredenheid van de modelvliegers van de vliegclub Zutphen toegepast. Door deze simpele en succesvolle oplossing, hopen wij ook de andere modelbouwers van dienst te zijn geweest.

Antenne afgebroken – wat nu?

Snelle ingreep staat borg voor ontvangst van FM-verkeersomroep.
Auto-antennes zijn maar al te vaak slachtoffer van willekeur of baldadigheid. Hoeveel autobezitters hebben het al niet eens meegemaakt. Men komt bij zijn wagen en mist de antenne. Afgebroken. Automatisch inschuifbare antennes bieden daarentegen wel bescherming, maar kosten niet al te weinig.
Een afgebroken antenne betekent, dat de autoradio minstens voor enkele dagen onbruikbaar is. Zo lang heeft de werkplaats doorgaans nodig om voor u een nieuwe antenne te kunnen monteren. Wie inmiddels toch muziek en verkeersinformatie wil ontvangen kan misschien zijn voordeel doen met de doe-het-zelf oplossing uit het "Grundig Report". Hierbij wordt de sierlijst rond de voor- of achteruit als noodantenne gebruikt. Met deze sierlijst wordt de rubber vensterpakking afgedekt. Maar juist door die pakking is de sierlijst elektrische geïsoleerd van de carrosserie. De noodantenne maakt men door het restant van de antenne helemaal naar buiten te trekken en dit elektrisch met de sierlijst te verbinden. Daarvoor kan men een draad gebruiken die onder de sierlijst geklemd en strak om de voet van de antenne wordt gewikkeld. Opgerold zilverpapier van sigaretten of chocolade-verpakking kan ook. Om losraken door de rijwind te voorkomen hoeft dit provisorische geheel alleen maar met wat plakband of crèpe-kleefband te worden vastgezet. Een dergelijke noodantenne zorgt op midden- en langgegolf (AM) voor weliswaar een sterk verzwakte, maar op de FM voor een alleszins bruikbare ontvangst. In ieder geval kan op deze wijze de wachttijd voor het inbpuwen van de nieuwe auto-antenne worden overbrugd.

W. Baier

Digitale klok met mogelijkheden uit ELO 4-1978

Over de begroting van de digitale klok bestaan enige misverstanden.
De klokmodule MA1002D gaat bij de handelaar ongeveer *f* 80,– kosten.

Het adres van de importeur is: Rodelco b.v. Verrijn Stuartlaan 29 Rijswijk tel.: 070 - 995750

Ook willen wij u er even op wijzen dat de huidige voorraad modulen bij de importeur is uitverkocht. Omstreeks midden augustus 1979 zal er weer een nieuwe voorraad zijn.

Rectificatie ELOmat 4 ELO 1979-4
In fig. 3 – de componentenopstelling van print 225 – is bij het tekenen van het printontwerp een verbinding niet aangebracht. Deze verbinding dient te worden getekend tussen aansluitpunt 2 en 3 van het IC, gerekend vanaf de zwarte stip bovenaan (zie ook fig. 1). De origenle print die wij leveren is vanzelfsprekend wel juist.
Enige lezers hebben zich afgevraagd of de voedingspolariteit van het ritme IC wel juist is.
Deze verwarring is te wijten aan de zogenaamde negatieve voeding van het IC. Deze is door ons wel juist geïntepreteerd.



Tijdschrift voor populaire hobby elektronica

waarin opgenomen: Populaire Elektronica

Uitgave van:
Kluwer Technische Tijdschriften

Redactie, administratie en advertentie-afdeling
Nederland:
Postbus 23, 7400 GA Deventer
Tel.: 05700 91911 Postgiro 861221, telex 49540

België:
Desguinlei 102, bus 7, 2000 Antwerpen
Tel.: 031-387986, telex 33649 kluwerb

Bankrelaties:
Nederland:
Algemene Bank Nederland, Deventer
no. 596247265

België
Abonnementen: KBnr. 408-0012005-42
Advertenties: KBnr. 408-0012007-44

Redactie:
H. ten Bosch, hoofdredacteur
Tj. Venema

Medewerkers:
ir. S.J. Hellings, H. Leydens,
ir. F.H.J.F. Janssen, D. Winia.
drs. W.D.M. Janssen,

Medewerkers buitenland:
Michael Heysinger, Christian Rockrohr,
Winfried Knobloch, Ekkehard Scholz.
Henning Kriebel,

De in ELO opgenomen schema's en bouwbeschrijvingen zijn uitsluitend bestemd voor huishoudelijk en experimenteel gebruik-(octrooiwet)

Abonnementen:
Nederland:
Jaarabonnement (excl. 4% btw) **ƒ 33,25**
Losse nummers (incl. 4% btw) **ƒ 3,45**
Buitenland **ƒ 96,– per jaar**
Luchtposttarieven op aanvraag

België:
Jaarabonnement **F 595,–** (incl. 6% btw)
Losse nummers: **F 58,–** (incl. 6% btw)

Nieuwe abonnees ontvangen van de administratie een stortings-acceptgirokaart. Men wordt verzocht voor betaling van het abonnementsgeld van deze kaart gebruik te maken.
Opzegging van het abonnement kan uitsluitend schriftelijk geschieden, uiterlijk 1 maand voor het einde van het kalenderjaar; nadien vindt automatisch verlenging voor 1 jaar plaats.

Nederland:
Advertentiereserveringen
H. Smienk tst 1471
Advertentieverkoop
F. Beffers tst 1495

België:
Advertentie-exploitatie: mevr. J. Raeymaeckers
Reclame en promotie: Güther Götzfried

Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissements-Rechtbanken en bij de Kamers van Koophandel in Nederland.

Verkrijgbaar bij stationskiosken, boek- en radiohandelaren.
lid NOTU, Nederlandse Organisatie van Tijdschrift-Uitgevers
lid FPPB Federatie van de Periodieke Pers voor België



Geachte ELO-lezer,

Begin 1977 werd in Genève een internationale conferentie gehouden over het gebruik van de geo-stationaire baan voor satellieten ten behoeve van omroepdoeleinden en het gebruik daarbij van de 12 GHz-band (golflengte 2½ cm).
Op deze conferentie kwamen o.m. de systeemkeuze en de technische grootheden van de diverse systemen aan de orde.
Geo-stationaire satellieten draaien in een baan om de aarde op een zodanige hoogte (ca. 36.000 km) dat zij daar t.o.v. de aarde stil schijnen te staan op een vast punt. Het voordeel daarvan is dat zend- en ontvangantennes op aarde blijvend op zo'n satelliet kunnen worden gericht.
Tijdens de conferentie is besloten dat Nederland het recht verkrijgt om, indien gewenst, gebruik te gaan maken van 5 satellietkanalen voor omroep in genoemde 12 GHz-band.
Vier daarvan zouden kunnen worden gebruikt voor televisie-programma's, het vijfde voor een aantal radioprogramma's.
Door toepassing van dit systeem zou een goede ontvangstkwaliteit voor het gehele land worden verkregen.
De baanpositie van zo'n omroepsatelliet zal, in het vlak door de evenaar, liggen boven de Atlantische Oceaan op ongeveer 19° W.L.
In dezelfde baanpositie bevinden zich volgens de plannen ook de toekomstige satellieten van België, Frankrijk, West-Duitsland, Luxemburg, Oostenrijk, Zwitserland en Italië; tezamen vormen zij een z.g. "cluster".

Dit betekent in de praktijk dat, bij het doorgaan van deze plannen, de individuele kijker en/of luisteraar met een eigen, schotelvormige antenne op het dak de door deze satellieten (her-)uitgezonden programma's zullen kunnen ontvangen, als tenminste de satellietbundel op ons land zou zijn/worden gericht.
Overigens wordt de praktijk van dit soort ontvangst niet vóór 1985 verwacht. Voor een deel van Nederland zal dit dan gaan betekenten dat, behalve de Nederlandse programma's, naar alle waarschijnlijkheid ook een aantal "extra" programma's zouden kunnen worden ontvangen, in het bijzonder die van Frankrijk, België en Luxemburg. De Duitse programma's zullen, naar het zich laat aanzien, in geheel Nederland zijn te ontvangen.
De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat de zend-antenne's van de satelliet een vrij brede uitstralingsbundel hebben, omdat de landsgrenzen een grillig patroon vertonen; er moet dus een grotere "bedekking" plaatsvinden om in het betrokken land goede ontvangst te garanderen. Zo zullen de Nederlandse programma's daardoor ook over de grens zijn te ontvangen.
Een uitzondering op de ontvangstmogelijkheid hier te lande zullen de Italiaanse, Oostenrijkse en Zwitserse programma's vormen (hoewel deze in dezelfde "cluster" liggen). De Engelse omroepsatelliet heeft een andere plaats en de uitgezonden Engelse programma's zullen dan ook niet in Nederland te ontvangen zijn door de "verkeerde" richting van de zend-antenne.
Hoewel het zich laat aanzien dat t.z.t. een "schoteltje op het dak" grotere ontvangstmogelijkheden dan tot nu toe zou kunnen gaan bieden, zijn er door een aantal oorzaken grenzen aan een goede ontvangst.

Ligt de ontvangstantenne in de hoofdbundel van de uitgestraalde signalen, dan is veel signaal en dus goede ontvangst. Buiten deze hoofdbundel zal echter nogal wat storing kunnen optreden; dit is te vergelijken met de ontvangst van aardse zenders, b.v. op de FM. Ligt de ontvangantenne daarvoor buiten het z.g. verzorgingsgebied, dan krijgt men meer last van storing. Staat de FM-antenne niet hoog genoeg of is die niet "gericht" op het zendstation, dan geldt hetzelfde. Goede ontvangst van buitenlandse FM-stations is op deze wijze voor grote delen van ons land dan ook niet mogelijk.
Behalve de technische vraagstukken t.a.v. satellietomroep zijn er ook enkele andere. Zo is men binnen de Europese omroepwereld niet overal even gelukkig met de mogelijkheden van satelliet-ontvangst.
In deze kringen wordt dan ook druk gesproken over de vraag:
Moet het eigenlijk wel, en wat gaat satellietontvangst in de praktijk voor ons betekenen? Dit heeft enerzijds betrekking op het feit dat in sommige landen (waaronder Frankrijk) een staatsomroep is terwijl in andere landen (zoals Engeland) ook de z.g. commerciële omroepen in bedrijf zijn. Anderzijds heeft een land als West-Duitsland te maken met een tweetal (grote) staatsomroepen en een aantal (naar verhouding relatief grote) regionale omroepen.

Elektronisch bloksysteem voor treinen

Op de beurs "Techniek in vrije tijd", maakten we kennis met de heer G. de Braak uit Apeldoorn. Sinds geruime tijd experimenteert hij met elektrische treinen, voor het zgn. "bloksysteem", dat bij vele treinen hobbyisten de meeste hoofdbrekens kost, heeft hij nu een goede oplossing gevonden. Door zijn elektronische kennis heeft hij een besturings systeem ontwikkeld, waarbij het mogelijk is, om eenvoudig en handig treinen aan elkaar te koppelen en om



een onbeperkt aantal treinen onafhankelijk van elkaar te laten rijden, in beide richtingen. Hierbij kunnen we nog meer nieuws opsommen, maar misschien is het voor de geïnteresseerde ELO-lezers beter om hiervoor inlichtingen te vragen bij de heer de Braak zelf.

Adres: Model Electronics, Elsweg 31, 7311 GT Apeldoorn. Tel. 055 - 212264.

BAUER video-systeem 1004

Een van de lichtste en compactste draagbare zwart/wit videosets op de wereldmarkt.
In video geïnteresseerden vinden de tot nu toe leverbare sets te groot, te zwaar en te duur. Geheel anders is het nieuwe Bosch/Bauer-videosysteem 1004. Het is niet alleen gemakkelijk te hanteren, technisch vervolmaakt en betrouwbaar, maar ook gunstig in prijs. De video-camera VC 1004 met uitwisselbaar 6 x vario-objectief 1:1,8/12,5-75 mm, weegt slechts 1,7 kg. (zonder objectief 1,1 kg.) minder dan de meeste geluidscamera's.
De video-recorder VTR 1004 weegt 4,3 kg en wordt met een verzorgingsvrije accuset (2 x 6 W), 1/4 videoband met 23 minuten opneemcapaciteit en een lege spoel geleverd.
De volle accu's geven ca. 50 minuten energie. Met het eveneens meegeleverde net- en laadapparaat NL 1004 kunnen de accu's worden opgeladen - ca. 6 uren bij volledige ontlading.
De eigenlijke opname van beeld en geluid vindt plaats na het ontspannen van de videocamera. De recorder loopt aan en de band wordt getransporteerd. Voor een goede geluidsopname zorgt de in de camera ingebouwde electret-condensatormicrofoon met automatische uitsturing. Deze biedt een betere prestatie bij minder spanning dan bij dynamische microfoons. De elektronisch gestuurde volautomatische belichtingsregeling van de Bauer video-camera garandeert probleemloze en goed uitgestuurde video-opnamen. De brede belichtings speelruimte van 30...100.000 lux geeft goede resultaten ook onder extreme voorwaarde. Hiermee kan men bijna alle lichtverhoudingen, of het nu kunst- of daglicht is, "video-filmen". Zelfs zwenkingen van donker naar licht zijn probleemloos en worden door de belichtings-elektronica direct bijgeregeld. Deze reageert sneller dan normaal gebruikelijke belichtingsautomaten in super-8-camera's.
Na de opname kan direct het resultaat gecontroleerd en indien wenselijk nieuwe opnamen worden gemaakt. Bij indrukken van de stilstandknop verschijnt een enkelbeeld. Door het met de hand draaien van de spoelen kan men ook enkele beelden opzoeken. Evenzo kunnen bestaande opnamen bij gelijktijdige beeldweergave worden nagesynchroniseerd. De nasynchronisatie beïnvloedt de beeldkwaliteit niet en kan vele malen worden herhaald. Een opname kan na het snel terugspoelen van de band (in 3 min) en indrukken van de weergeefknop over de zoekermonitor van de camera of over een normale TV worden weergegeven. Hiertoe wordt de als toebehoor verkrijgbare converter CO 1004 direct aan de recorder of het netapparaat aangesloten en door middel van een kabel met de antenne-aansluiting van de TV verbonden.



Inl. Willem van Rijn BV, Amsterdam. Tel. 020 - 844866

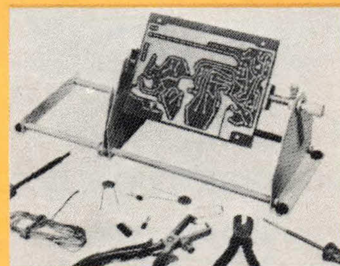
Speaktronic luidsprekerboxen

Speaktronic, de Deense fabrikant van luidsprekerboxen is dit jaar uitgekomen met een nieuwe serie luidsprekerboxen. De nieuwe typen, populair, HiFi en professioneel voldoen, vooral de HiFi en professioneel typen, ruimschoots aan de DIN-normen.
Voor inlichtingen kunt u zich wenden tot:

Elektrogroothandel JEBE b.v., postbus 47, 7460 AA Rijssen, Tel.: 05480-2938.

Printhouder

De ideale draaibare printhouder voor beroep en hobby. De printen zijn 360° draaibaar en kunnen in elke gewenste stand worden vastgezet. Printen met een breedte van max. 28 cm kunnen worden ingespannen. Een onontbeerlijk hulpmiddel in elke werkplaats of hobby-

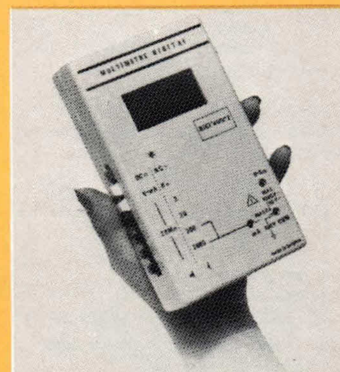


ruimte. De Fix-print is ook te gebruiken voor het bedraden van potmeters, draaischakelaars, het repareren van autoradio's enz. De Fix-print wordt gedemonteerd geleverd met een duidelijke handleiding.

Importeur: Vogel's Engros, Eindhoven. Tel.: 040 - 415547.

Multimeter Digivoc 2

Kortgeleden verscheen weer een multimeter, dit maal van een Frans fabrikaat Centrad Voc. Deze met LC display's uitgeruste multimeter heeft een ingangsimpedantie van 10 MΩ en AC-bandbreedte van 20...10 kHz. Tevens heeft dit instrument een automatische



nulstelling en een polariteitsindicatie. De meter maakt 2½ meting per seconde. De meetbereiken voor gelijkspanning gaan tot 1000 V en tot 2 A. Voor wisselspanning zijn spanningen te meten tot 750 V en stromen tot eveneens 2 A. Weerstandmeting is mogelijk in 5-stappen met een totaal meetbereik van 20 MΩ. De afmetingen zijn 150 x 90 x 33 mm.

Inlichtingen zijn te verkrijgen bij: Ingenieurs bureau voor Elektrotechniek, Rotterdam, Tel.: 010-817833.

Elektronica catalogus

De firma Electronic-Nederland is importeur van de hier in Nederland en België iets minder

bekende Duitse firma Opperman, die zich bezighoudt met de verkoop van onderdelen, bouwdozen en toestellen. Vanwege de grootte van hun assortiment geeft men ieder jaar een catalogus uit, waarin behalve een programma — overzicht wordt gegeven, wordt ook met schema's aangegeven hoe de schakeling bouwtechnisch in elkaar zit. Al met al is dit een overzichtelijke catalogus, waaruit men zich niet verplicht om het betreffende bouwpakket te kopen, omdat de hobbyist hieruit ook zelf zijn schakelingen kan overnemen. De catalogus is te bestellen door ƒ 6,– + ƒ 2,75 verzendkosten over te maken op gironummer 2992716 t.a.v. A. v. Leeuwen. Voor inlichtingen kunt u zich wenden tot:

Radio Bosplein Elektronica, Bosplein 279, Katwijk. Tel.: 01718 - 74303

Modelbesturing in de 35 MHz-band

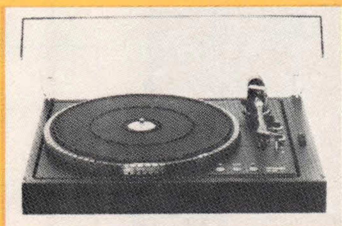
De huidige toegewezen frequenties zijn verdeeld in drie frequentiebanden, de 13 MHz-band met één frequentiekanaal, de 27 MHz-band met zes frequentie-kanalen en de 40 MHz-band met vier frequentie-kanalen.
Het aantal uitgegeven machtigingen voor modelbesturing bedragen tot op heden 17.000 stuks. De modelbesturingszenders die worden toegepast zijn fabrieksmatig geproduceerde apparaten, of door de modelbouwers zelf gebouwd.
Gezien het groeiend aantal machtigingen en de kans op storingen welke veroorzaakt worden door medegebruikers is dit voor de Radiocontroledienst der PTT aanleiding geweest te zoeken naar nieuwe frequenties. Door het intensieve frequentiegebruik in de ether bleek alleen in de 35 MHz-band een beperkt aantal frequenties beschikbaar te zijn, te weten:

35,010 MHz	35,050 MHz
35,020 MHz	35,060 MHz
35,030 MHz	35,070 MHz
35,040 MHz	35,080 MHz.

De gekozen frequenties stemmen overeen met die, welke ook in Duitsland voor dit doel beschikbaar zijn.
De genoemde frequenties worden uitsluitend bestemd voor modelvliegen omdat:
– de veiligheid bij het modelvliegen hiermee wordt vergroot.
– er een kans is op storing in de TV-ontvangst bij het gebruik van 35 MHz modelbesturingszenders.
De huidige goedgekeurde modelbesturingszenders mogen niet worden omgebouwd voor de nieuwe frequenties.
Er dient gebruik te worden gemaakt van de door de PTT goedgekeurde apparatuur voor de acht frequenties in de 35 MHz-band.
Nog niet alle details van de regeling zijn vastgesteld. Deze worden zo spoedig mogelijk gepubliceerd door de PTT.
Voor inlichtingen kunt u zich wenden tot:

Radiocontroledienst Centrale Directie der PTT Postbus 570 9700 AN GRONINGEN Tel. 050 - 10 80 13.

Thorens platenspelers



Thorens heeft begin dit jaar twee nieuwe typen platenspelers op de markt gebracht. De platenspelers TD104 en TD105 hebben een geheel nieuwe eigentijdse vormgeving. De snaaraandrijving en toepassing van een servo-geregelde gelijkstroommotor met 72-polige tachogenerator staan borg voor uitstekende specificaties. Tot het bedieningsgemak behoren o.a.: elektronische omschakeling van het toerental en een snelheidsfijnregeling van ±6%.

Inl.: HiFi importeur Electrona, Mijdrecht. Tel.: 02979 - 3966

Braun "slimline" programma compleet

Een nieuw programma van 2 receivers, 2 tuners en 2 versterkers en een afspeelcentrum voor platen cassettes is onlangs geintroduceerd door Braun.



Met de Braun TS501-HiFi stereo synthesizer tuner en de Braun A501 versterker is het slimline programma compleet geworden. De thans verkrijgbare tuner TS501 en versterker A501 bevatten de afzonderlijke delen van de kwarts-synthesizer receiver RS1.

Voor meer inlichtingen hierover kunt u zich wenden tot: Braun Nederland b.v., Rijswijk, Tel.: 070- - 997171

Technisch Tentoonstellingscentrum Technische Hogeschool Delft

Vuurtorens

Van 14 mei tot 6 september 1979 zal er in het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC te Delft een expositie te zien zijn over Vuurtorens. Op deze tentoonstelling vindt men historische en actuele informatie over Nederlandse vuurtorens, met name over hun doel, bouwwijze, lichtbronnen, optiek en bemanning.
Naast tekeningen en foto's worden veel modellen getoond; ook zijn er lampen en lenzen te zien. Bijzondere aandacht wordt besteed aan de volgende onderwerpen: Brandaris; stenen torens rond de Zuiderzee; vuurtorenontwerpen voor een monument; overgang op elektrisch licht en gietijzeren vuurtorens. Ons land kent een systeem van lichten op en langs de kust, dat dient ter bevordering van de veiligheid van de scheepvaart in de nacht. Men onderscheidt daarbij primaire- en secundaire kustverlichting. De primaire kustverlichting is gericht op de zeescheepvaart en omvat de grote vuurtorens op de kust en de in zee liggende lichtboeien en lichtschepen. De secundaire verlichting heeft tot doel de veiligheid voor schepen in zeegaten en op de binnen de kust gelegen stromen en vaarwaters te vergroten. Dit doel wordt nagestreefd met behulp van kleine lichttorens, -boeien en -opstanden.

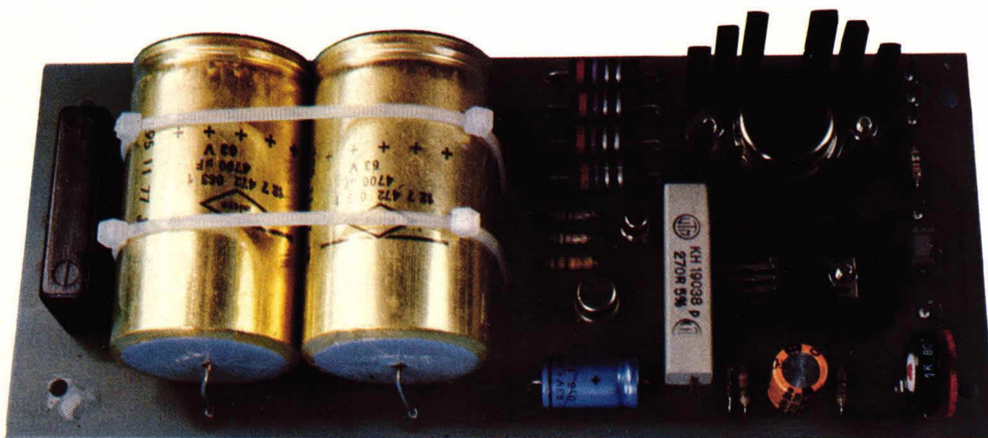
Bij groepsbezoek aan de tentoonstellingen in het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC wordt verzocht vóóraf met het TTC contact op te nemen (tel. 015-783038).
Voor begeleiding kan desgewenst zorg worden gedragen. Voorts kunnen op verzoek enige films worden vertoond.
Het TTC is gevestigd aan de Kanaalweg 4 te Delft en is dagelijks geopend van 10 tot 17 uur, behalve op zon- en feestdagen. De toegang is gratis.

Kluwers internationale FET-gids

Iedereen die met FET's (veldeffecttransistoren) heeft te maken – student, hobbyist, elektronicus, inkoper, leraar of serviceman – heeft van een specifieke FET waarvan alleen het typenummer bekend is, vaak ook de elektrische gegevens nodig.
Behalve deze gegevens wil men dan ook nog weten waar de desbetreffende FET te koop is. En wat wellicht nog belangrijker is (in het bijzonder voor typen die niet meer zijn te verkrijgen) een indicatie voor een vervangingstype dat nog wél leverbaar is.
Dit FET-naslagwerk biedt een uitgebreid overzicht van de voornaamste basisgegevens van meer dan 2000 veldeffecttransistoren, en verder gegevens omtrent:
1. Bedrijfswaarden 2. Karakteristieken 3. Omhullingen 4. Aansluitschema's 5. Toepassingsgebieden 6. Fabrikanten 7. Vervangingstypen (zowel Europees als Amerikaans) In dit naslagwerk zijn de meeste nog verkrijgbaar en ook vaak toegepaste maar niet meer gangbare typen FET's opgenomen.
Het naslagwerk is internationaal van opzet en behandelt niet alleen transistoren van Amerikaanse en Europese oorsprong, maar ook uit het Verre Oosten (Japan).

Spanning-geregelde voedingen zijn vrij bekend en in vele soorten en maten op de markt verkrijgbaar. Echter voedingspanningen boven de 35 V komen praktisch niet veel voor. Toch is er een grote vraag naar voedingen die hogere spanningen en veel vermogen kunnen leveren. De hier beschreven hobby laboratorium-voeding kan als regelaar worden uitgevoerd en is tevens bruikbaar als vaste voeding voor bijvoorbeeld versterkers. Continu kan een stroom van ruim 3A worden geleverd, terwijl pieken van meer dan 10A haalbaar zijn. Daarbij is maximaal een uitgangspanning mogelijk van ca. 55 volt.

3A-voeding tot 55 volt



Afb. 1.

De hier beschreven voeding is universeel van opzet. Dit houdt enerzijds in dat er mogelijkheden zijn voor uitgangspanningen tussen 6V en 55V en anderzijds dat eventueel, met aangepaste transistoren en elco's, zelfs hogere spanningen kunnen worden bereikt. Daarnaast is een keuze te maken uit een "gemeenschappelijke min"- en een "gemeenschappelijke plus"-voeding. Afhankelijk van de gewenste uitvoering hoeven alleen andere (complementaire) transistoren te worden toegepast.

Omdat een schakeling met "gemeenschappelijke min" verreweg het meeste voorkomt, wordt hieraan de meeste aandacht besteed. De opzet van het schema is zo eenvoudig mogelijk gehouden, zonder dat afbreuk wordt gedaan aan de kwaliteit. Daarbij kan de werking van de voeding gemakkelijk worden begrepen als de uitleg nauwkeurig wordt bestudeerd.

Behalve als voeding "op tafel" leent het apparaat zich, gezien zijn hoge uitgangspanning en relatief grote stroom, uitstekend voor het voeden van versterkers. In een volgend ELO-nummer zal een eindversterker van ruim 60W worden besproken die uitstekend kan worden gevoed vanuit het hier besproken apparaat.

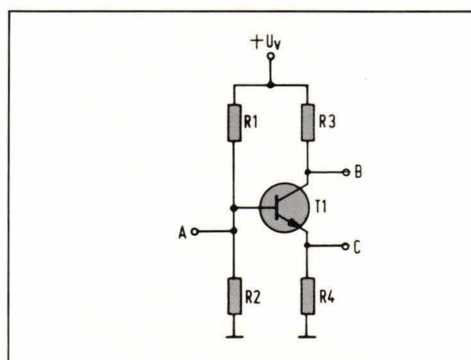


Fig. 1 Een klassieke transistorinstelling met twee basisweerstanden, een emitter- en een collectorweerstand. Punt A vormt meestal de ingang en B de uitgang.

De transistor als versterker

Fig. 1 geeft een transistortrap die is ingesteld met vier weerstanden. A vormt daarbij meestal de ingang en B de uitgang. Het signaal op B zal (in principe) versterkt te voorschijn komen. Karakteristiek is voor een transistortrap als fig. 1, dat het signaal op A vrijwel evengroot is als op C. C volgt A, wat betreft de spanning. Dit geldt niet voor B. B (de collector) heeft normaal gesproken een veel grotere amplitude. Deze hangt af van de transistorversterkingsfactor en de transistorinstelling. Daarbij speelt R4 een grote rol. De versterking van T1 kan echter ook in de hand worden gehouden met R1.
Hiertoe moet R1 worden geschakeld zoals fig. 2 aangeeft. In plaats van naar +Uv te lopen gaat R1 nu naar punt B (de

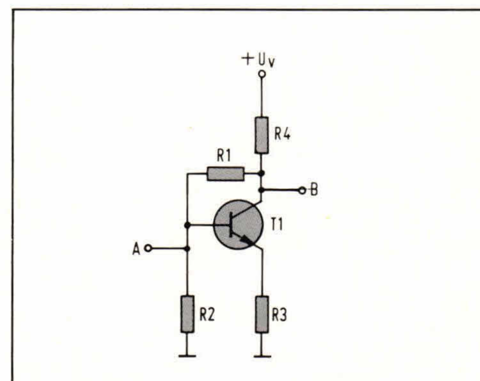


Fig. 2 Er ontstaat een tegenkoppelfunctie als de basisweerstand R1, in plaats van naar het voedingspunt +Uv, naar de collector wordt gelegd. Het enige dat in principe nog ontbreekt om een spanningsregelaar te krijgen met een stabiele instelling, is een goede referentiebron.

collector). R1 werkt nu de signaalversterking tegen. Dit noemen we kortweg tegenkoppeling. Hoe werkt dat? Wel, stel dat in fig. 2 punt A in spanningsniveau wil stijgen. Daardoor zal de basisstroom toenemen en eveneens (versterkt) de emitter- en collectorstroom. Deze stroom wordt geleverd vanaf punt +Uv. Een stroomtoename door R4 zal echter een grotere spanningsval over deze

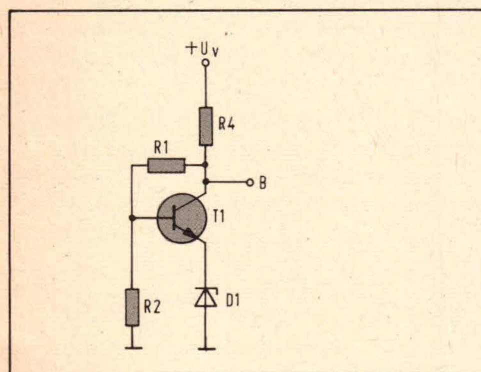


Fig. 3 Een eenvoudige voorstelling van een voeding waarvan de spanning is gestabiliseerd en het uitgangsniveau eenvoudig is in te stellen zonder dat de referentiebron wordt gewijzigd.

weerstand veroorzaken. Dit houdt in dat de spanning op punt B zal dalen. Punt A krijgt zijn voedingspanning ook via punt B. Als punt B daalt, zal dus punt A mee willen dalen. Dit resulteert in een afname van de basisspanning en basisstroom. De basisstroom die in eerste instantie wilde toenemen, werkt zichzelf tegen via het dalen van de spanning op punt B. Deze vorm van tegenkoppeling geeft een zeer stabiele instelling op de collector. Van deze eigenschap wordt bij voedingen gebruik gemaakt. Daarbij moet erop worden gewezen dat er twee soorten gelijkspanningsvoedingen bestaan, wat betreft de stabilisatie. De ene soort is stroom gestabiliseerd en de andere heeft een stabiele uitgangspanning. Ons gaat het momenteel om de laatste soort.

Stroomgestabiliseerde voedingen komen in de hobbysfeer haast nooit voor. Om een trap als fig. 2 te kunnen gebruiken als voeding, waarvan de spanning stabiel is, is een referentiebron noodzakelijk.
Deze bron zal, onafhankelijk van de ingangspanning, steeds eenzelfde niveau moeten afgeven.

Spanningstabilisatorprincipe

In de elektronica is een halfgeleidercomponent aanwezig die zich uitermate goed leent als spanningstabilisator: de zenerdiode. Een dergelijke diode houdt een betrekkelijk constante spanning over zijn aansluitpunten bij een varierende stroom. In principe is zo'n zenerdiode dus direct bruikbaar als spanningstabilisator. In de praktijk bestaat echter het nadeel dat er slechts een bepaalde soort zenerdioden zeer stabiel is te noemen. Het gaat hier om zenerdioden rond ca. 5 à 6 volt. De stabiliteit daarvan is nog te vergroten als de stroom door deze zenerdioden niet al te veel varieert. Helaas is een uitgangstroom van een voeding bij lange na niet constant en wensen we meestal geen uitgangspanning van 5 à 6 volt. De oplossing ligt in het toepassen van de schakeling volgens fig. 2. Als in deze schakeling een zenerdiode wordt gezet, hebben we ons doel bereikt. Fig. 3 geeft de oplossing. D1 stelt hier de zenerdiode voor. Door deze diode is de spanning op de emitter van T1 constant. Basis en emittter volgen elkaar met een constant niveau-verschil van ca. 700mV. Als nu in

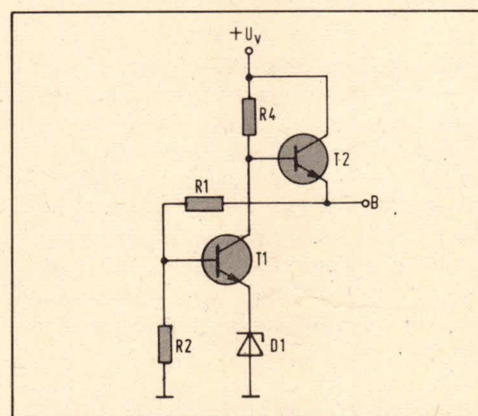


Fig. 4 Om een spanninggestabiliseerde voeding laagohmig te maken, zodat veel stroom kan worden geleverd, plaatsen we een emittervolger in het uitgangscircuit.

fig. 3 de zenerdiode D1 een spanning heeft van 5,6V, dan staat automatisch op de basis een spanning van: 5,6 + 0,7 = 6,3 volt. De basis zal onder alle omstandigheden trachten deze spanning vast te houden. Stel nu dat de stroom, die in de basis van T1 verdwijnt, veel kleiner is dan de stroom die via R1 naar R2 vloeit. Dan zal het duidelijk zijn dat tussen de spanning van R1 en R2 een vaste verhouding aanwezig is. Vanwege de tegenkoppelfunctie van R1 zal de collectorspanning B zich aanpassen.

Stel dat R1 en R2 eenzelfde waarde hebben. Als de basisstroom klein is ten opzichte van de stroom door R2, zal dezelfde stroom ook door R1 moeten vloeien. Omdat R1 = R2 zal over R1 een spanning vallen die evengroot is als die van R2. De spanning over R2 was in ons voorbeeld 6,3V zodat over R1 ook 6,3V staat. Eén en ander houdt in dat op punt B een spanning moet staan van 6,3 + 6,3 = 12,6V. Dit laatste hangt af van twee belangrijke extra voorwaarden. In de eerste plaats moet +Uv groot genoeg zijn om deze 12,6V te leveren en in de tweede plaats moet R4 een zodanige weerstandswaarde hebben dat er een bepaalde stroom kan lopen door deze weerstand, die T1 in staat stelt om zich in te stellen op 12,6V. Wordt aan deze voorwaarden voldaan dan is de spanning op B erg stabiel, vanwege de tegenkoppelfunctie van R1.

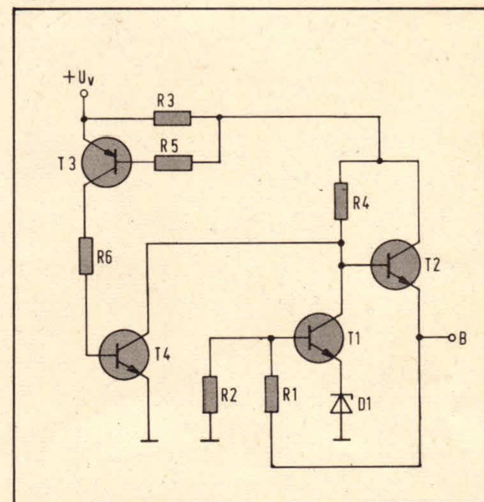


Fig. 5 Een voeding is vrij eenvoudig kortsluitvast te maken door in het ongestabiliseerde gedeelte een weerstand op te nemen. De spanningsval over deze weerstand (R3) geeft een duidelijk beeld over de stroom die wordt verwerkt.

Meer uitgangsstroom

Punt B in fig. 3 zal een bepaalde weerstand hebben. Deze hangt af van de waarde van R4, de collectorinvloed en de tegenkoppelfunctie. Het zal echter zonder extra uitleg wel duidelijk zijn, dat er niet al te veel stroom vanaf punt B kan worden gehaald. De stroom die via B naar buiten vloeit zal door D1 gaan lopen, als punt B niet meer wordt belast. Om B te ontlasten plaatsen we daarachter een emittervolger. Fig. 4 geeft daarvan een schakeling. T1 is de spanningsregelaar en T2 zorgt voor een belastbare uitgang. Daarbij volgt de emitter van T2 zijn basis automatisch op een (ca.) 700 mV lager niveau. Om deze correctiefactor niet te hoeven berekenen is de tegenkoppeling met R1 verzorgd vanaf de emitter van T2. Als nu bijvoorbeeld een belastingsstroom van 500mA wordt gevraagd en T2 versterkt 50x, dan zal bij het wegvallen van de belasting op de basis van T2 slechts een stroomvariatie optreden van 500 : 50 = 10mA.

Stroombegrenzing en kortsluitbeveiliging

Als in fig. 4, B wordt kortgesloten met de nul, bestaat er een grote kans dat T2 wordt vernield, omdat deze de grote stroom niet

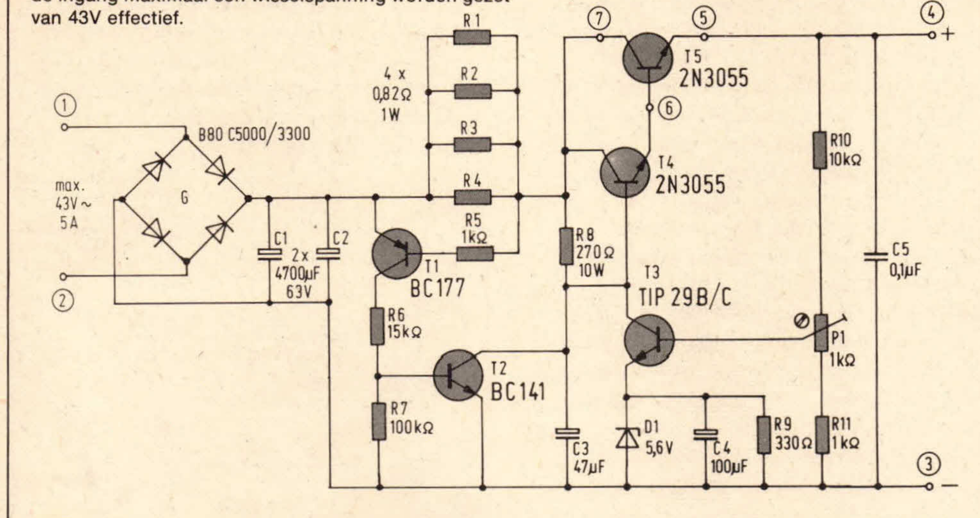


Fig. 6 Het complete schakelschema van de spanninggestabiliseerde voeding. Met de gegeven waarden mag op de ingang maximaal een wisselspanning worden gezet van 43V effectief.

kan en mag leveren. Om dit soort nare toestanden te vermijden plaatsen we meestal een stroombegrenzer in de voeding. Deze is dan in de eerste plaats bedoeld als kortsluitbeveiliging en in de tweede plaats als begrenzing voor niet al te lange tijd (afhankelijk van de soort voeding). Fig. 5 geeft de voeding volgens fig. 4 met een kortsluitbeveiliging/stroombegrenzer. In de voedingslijn +Uv is een weerstand R3 geplaatst. Als er een stroom door deze weerstand (naar de uitgang en voedingschakeling) loopt die over deze weerstand een spanning te weeg brengt, die groter is dan 700mV, dan gaat T3 geleiden. Dat doet trouwens vrijwel iedere transistor als er 700mV stuurspanning in de juiste polariteit tussen basis en emitter wordt gezet. Als T3 geleidt, zal er via zijn collector, ook een stroom door R6 gaan, die T4 laat geleiden. Daardoor zal door de collector/emitter van T4 een relatief grote stroom gaan lopen, die vanuit weerstand R4 wordt gehaald. De spanning op de basis van T2 zal nu in elkaar storten tot een minimaal niveau van enige honderden millivolts.

Wordt de stroom vanaf punt B (door de belasting) kleiner gemaakt, dan daalt de spanning over R3. Komt deze onder 700mV dan spert T3 weer. Via R6 loopt nu geen stroom meer en gaat T4 sperren. R4 wordt nu niet meer door T4 belast, zodat de voeding zich herstelt en weer de juiste spanning aangeeft.

Het complete schema

Fig. 6 geeft het schakelschema van de complete spanninggestabiliseerde voeding. G is een bruggelijkrichter die 80V kan verdragen. Zonder extra koeling mag deze brug 3,3A leveren.
C1 en C2 zorgen samen voor afvlakking van de gelijkgerichte spanning.

Zenerdiode D1 werkt in de schakeling als referentiebron. Daarbij is over de zener een weerstand geplaatst (R9) die voor extra stroomverwerking zorgt om D1 niet te zwaar te belasten. Elco C4 is noodzakelijk om restspanningvariaties van D1 weg te filteren. Transistor T3 werkt als regeltrap, waarbij weerstand R8 in de collector is opgenomen als belasting. Om de collector van T3 stroom te kunnen laten leveren zijn hierachter twee transistoren geschakeld: T4 en T5. De uitgangspanning op T5 wordt teruggekoppeld naar de basis van T3, via R10 en P1. Met P1 kan de exacte uitgangspanning worden ingesteld. Als kortsluitbeveiliging en stroombegrenzing zijn de weerstanden R1 t/m R4 in de schakeling opgenomen. Deze weerstanden zitten parallel om het vermogen te spreiden. De vervangingswaarde van deze 4 weerstanden kan worden berekend door 700mV te delen door de maximaal gewenste (kortsluitvaste) uitgangstroom.

Met de gegeven vervangingswaarde voor R1 t/m R4: 0,82 Ω : 4 = 0,205 Ω werkt de

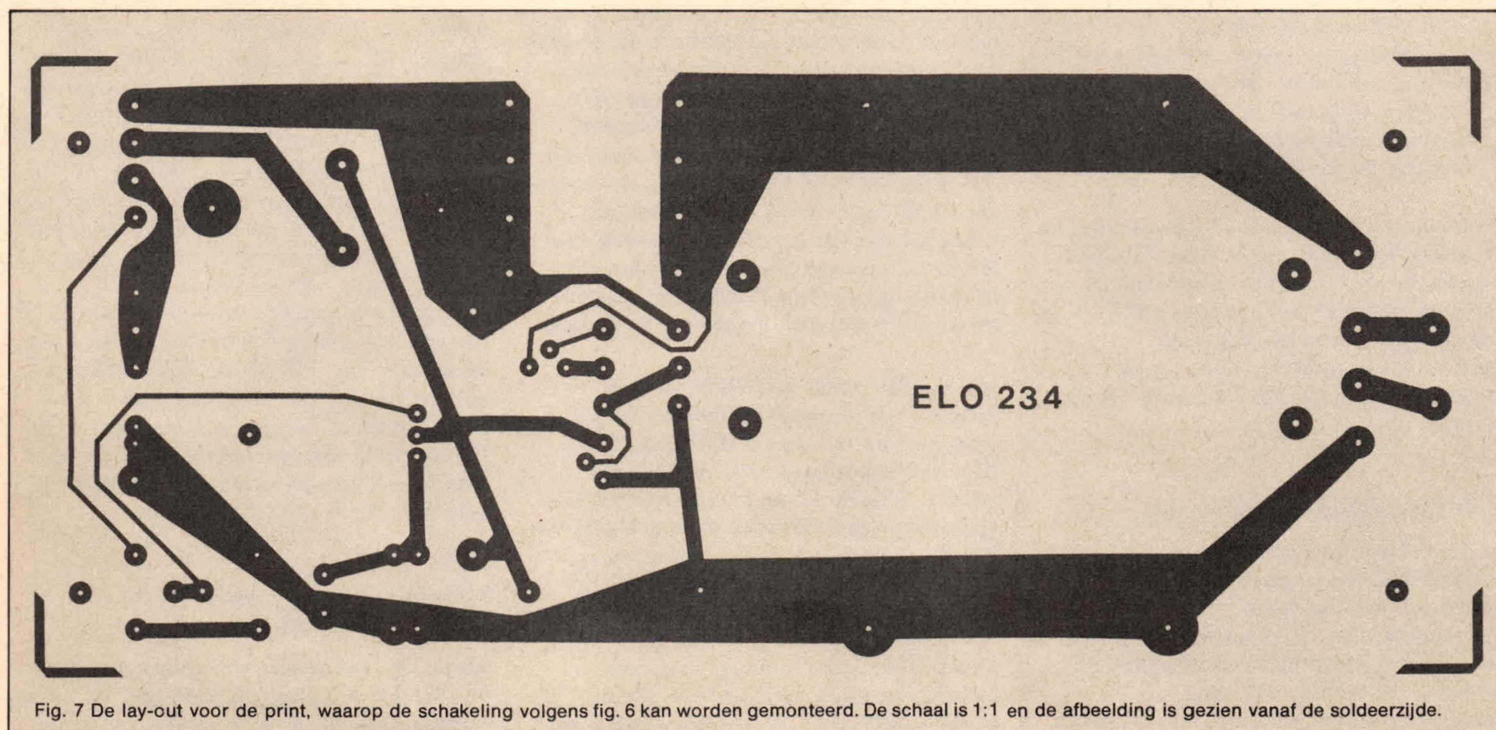


Fig. 7 De lay-out voor de print, waarop de schakeling volgens fig. 6 kan worden gemonteerd. De schaal is 1:1 en de afbeelding is gezien vanaf de soldeerzijde.

stroombegrenzing bij 0,7 : 0,205 = 3,4A. Als de stroombegrenzing pas hoeft te werken bij (bijvoorbeeld) 10A, dan wordt de vervangingsweerstand: 0,7 : 10 = 70 mΩ. Afzonderlijk worden R1 t/m R4 dan 4 x 70 m Ω = 280 m Ω. In de praktijk ligt hierbij het dichtst een reëele waarde van 270 m Ω per weerstand.
De tijd gedurende welke de stroombegrenzing continu mag werken, zal sterk afhangen van de waarde van de begrensde stroom en de ongestabiliseerde voedingspanning. Daarbij spelen hoofdzakelijk de weerstanden R1 t/m R4 en R8 een rol. Tot ingangspanningen van 35V (wisselspanning) en stromen tot ca. 4A, mag de stroombegrenzing continu werken. Hogere voedingspanningen verkorten de maximum begrenzingstijd tot ca. 15 minuten. Hogere stromen tot ca. 10A moeten de begrenzingsschakeling beslist niet langer dan een paar minuten aan één laten werken.

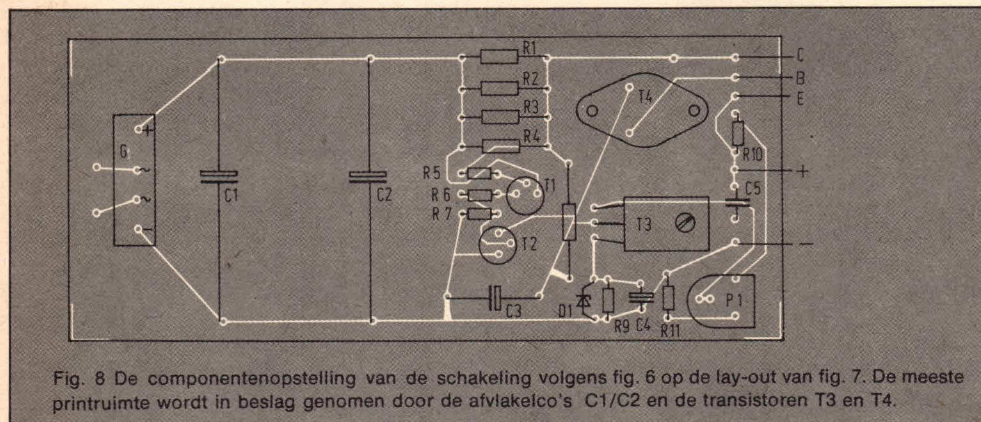
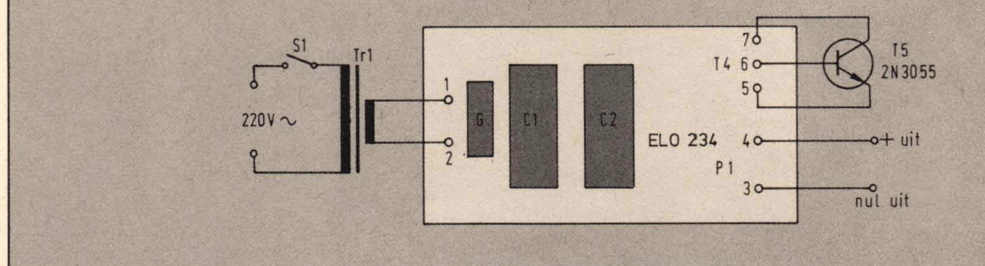


Fig. 8 De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 6 op de lay-out van fig. 7. De meeste printruimte wordt in beslag genomen door de afvlakelco's C1/C2 en de transistoren T3 en T4.

Met de gegeven componentenwaarden in fig. 6, mag maximaal 43V wisselspanning worden aangeboden. Daarbij is de uitgangspanning met P1 regelbaar tussen ca. 40V en 56V. Als de uitgangspanning met P1 over een groter bereik regelbaar moet zijn, kan R10 worden kortgesloten en P1 worden vergroot tot 10 kΩ. De uitgangspanning is dan regelbaar vanaf ca. 6,3V. Als de voeding regelbaar moet zijn vanaf 900mV, kan zenerdiode D1 worden gewijzigd in 4,7V. De laatst genoemde regeling wordt daarbij toegepast: R10 kortgesloten, P1 = 10 kΩ en R11 blijft 1 kΩ.
Wordt de voeding gebruikt voor het leveren van stromen tot ca. 500 mA, dan kan T5 worden weggelaten en punt 5 (omcirkeld) worden verbonden met punt 6. Hogere ingangspanningen tot ca. 53V wisselspanning zijn mogelijk als C1 en C2 een werkspanning van 80V of meer hebben.

Grotere continustromen dan 3,3A kunnen worden verwezenlijkt door bruggelijkrichter G te voorzien van een extra metalen koelvlak. De maximale continu uitgangstroom is dan 5A. Uiteraard moet ook T5 krachtig worden gekoeld met een grote plaat.
Als de voeding wordt gebruikt voor versterkers, moet er rekening mee worden gehouden dat de continu stroomopname daarvan veel lager is dan de piekstroom. Deze laatste stroom kan ongeveer worden berekend door de voedingspanning te delen door de luidsprekerimpedantie.


Fig. 9. Extern heeft de voeding 7 aansluitpunten waarvan er 2 voor de voedingstrafo zijn. De punten 5,6 en 7 zijn voor transistor T5, die extern op een koelplaat moet worden aangebracht.

Op deze waarde van de piekstroom wordt de kortsluitbeveiliging (met R1 t/m R4) aangepast. Kies deze zo'n 2A hoger.

De print

Fig. 7 geeft de lay-out voor de print, waarop de schakeling volgens fig. 6 kan worden gemonteerd.
De componentenopstelling op deze print geeft fig. 8. Ter verduideling laat afb. 1 de compleet gemonteerde print zien. R1 t/m R4 zijn hier 0,27 Ω elk. Op de print worden T3 en T4 voorzien van extra koellichamen zoals afb. 1 laat zien.

Transistor T5 wordt extern aangebracht met een grote koelplaat van ca. 10 x 10 cm geprofileerd aluminium.
C1 en C2 moeten, vanwege hun afmetingen, worden verankerd aan de print met kabelstroppen of draad. Daarvoor zijn gaten aanwezig in de print. Zijn voor C1 en C2 geen axiale elco's te krijgen, neem dan de bekende "potuitvoering" en maak met korte dikke koperdraden de verschillende aansluitingen. De elco's kunnen altijd wel op de print worden bevestigd vanwege de extra gaten voor verankering.
Let er op dat voor C4 een elco wordt genomen waar de aansluitdraden aan één zijde zitten (printuitvoering).
Bij uitgangstromen groter dan ca 3A continu, is het aan te bevelen om op de nul- en plusbanen, waardoor grote stromen lopen, blanke koperdraden te solderen (1,5 mm^2) om het laagohmig karakter van de voeding te kunnen handhaven.

Externe aansluitingen

Fig. 9 geeft de print met alle externe aansluitingen. Eventueel kan ook potmeter P1 extern worden aangebracht.
De voeding is niet voorzien van een zekering, omdat dit in de praktijk weinig nut heeft.
Let goed op het aansluiten van transistor T5 op de punten 5, 6 en 7. Ter verduidelijking geeft fig. 10 een behuizing van een 2N3055, gezien vanaf de onderzijde.

Kortsluitbeveiliging met vergrendeling

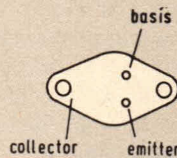
Het is mogelijk om de voeding volgens fig. 6 te voorzien van een kortsluitbeveiliging met vergrendeling. Wordt de ingestelde begrenzingswaarde bereikt, dan valt de voeding uit en komt pas terug als deze even volledig wordt uitgeschakeld. Hiertoe hoeft in de schakeling alleen transistor T2 te worden vervangen door een thyristor van het type TIC45, -46 of -47 (Texas Instruments). Verder is het aan te bevelen weerstand R6 te verkleinen tot 10 kΩ. Het detailschema van de wijziging geeft fig. 11. De thyristor kan gemakkelijk worden geplaatst op de print, omdat de behuizing

veel lijkt op die van een kleine transistor. Fig. 12 geeft het onderaanzicht van de thyristor. De gate zit op de plaats van de basis en de kathode op die van de emitter, mooier kan het niet.

Negatieve voeding

De schakeling volgens fig. 6 is bedoeld voor het voeden van apparaten met "gemeenschappelijke min". Eventueel mag ook wel worden gevoed aan apparaten met "gemeenschappelijke plus" (negatieve voeding). Beter is het dan om complementaire transistoren toe te passen (PNP i.p.v. NPN). Fig. 13 geeft het voedingsschema voor "gemeenschappelijke plus". Bruggelijkrichter G zit andersom (!) evenals alle elco's. Ook diode D1 is 180 graden gedraaid. Verder zijn voor alle transistoren PNP-typen genomen.
De schakeling volgens fig. 13 kan ook op de print worden bevestigd. Een kleine moeilijkheid geeft het omdraaien van bruggelijkrichter G, omdat alle aansluitpoten niet symmetrisch zitten. Door de middelste poten iets te buigen, laat deze bruggelijkrichter zich gemakkelijk plaatsen. Ook de kortsluitbeveiliging is iets anders geschakeld. De emitter en basis van T1 zijn met R5 andersom geschakeld. Dit vereist een kleine printwijziging.

Fig. 10 Dit is de behuizing van een 2N3055 transistor. Daarbij wordt tegen de pennen aangekeken. Het huis is verbonden met de collector en de twee gaten dienen voor bevestiging op een koelplaat en/of print.



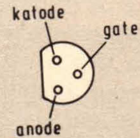


Fig. 12 De behuizing van een thyristortype TIC45, -46 of -47 is vrijwel identiek aan een kleine transistorbehuizing. Daarbij is de basis nu de gate-aansluiting, de emitter is kathode en de collector is anode.

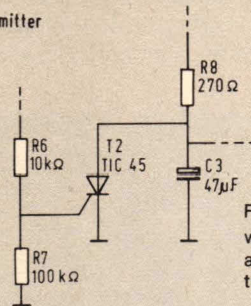


Fig. 11 De stroombegrenzing van de voeding kan ook zo worden uitgevoerd dat, na overbelasting, de voeding afschakelt. T2 moet hiertoe worden vervangen door een thyristor TIC45 -46 of -47.

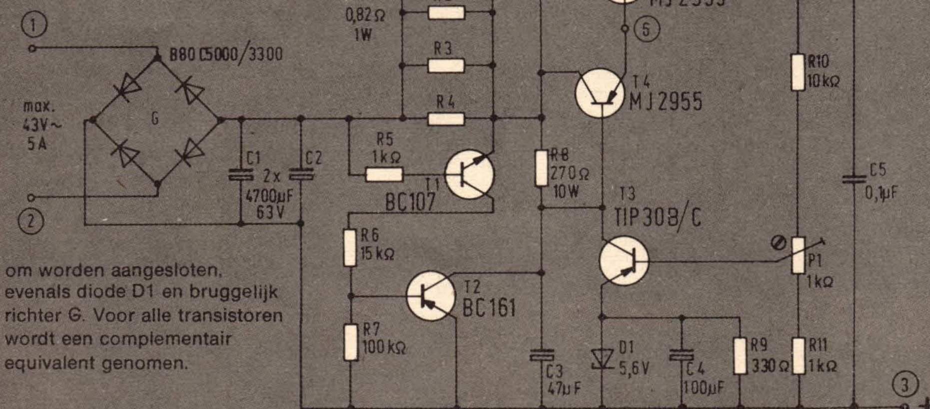
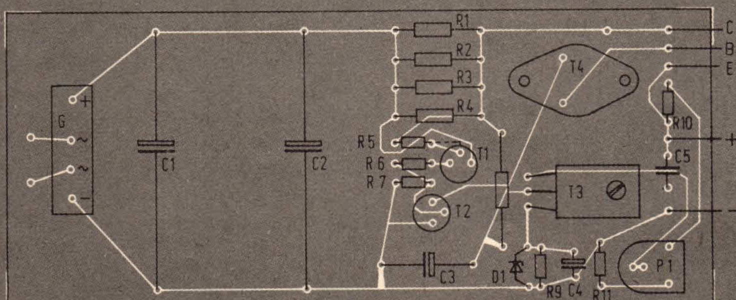


Fig. 13 De spanninggestabiliseerde voeding kan ook worden gebruikt voor schakelingen met "gemeenschappelijke plus". Hiertoe moeten alle elco's andersom worden aangesloten, evenals diode D1 en bruggelijkrichter G. Voor alle transistoren wordt een complementair equivalent genomen.

Fig. 14 De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 14 op de print lay-out van fig. 7. Voor correcte bevestiging van bruggelijkrichter G, zullen de binnenste aansluitdraden iets moeten worden gebogen. R5 zal met de basis van T1 "door de lucht" moeten worden gemonteerd



componentenlijst bij figuur 6 en 8
weerstanden:

R1, R2, R3, R4 = 0,82 Ω/1W (zie tekst)
R5, R11 = 1 kΩ
R6 = 15 kΩ
R7 = 100 kΩ
R8 = 270 Ω, 10W
R9 = 330 Ω
R10 = 10 kΩ
P1 = 1 kΩ, instelpotmeter

condensatoren:

C1, C2 = 4700 µF/63V, axiaal
C3 = 47 µF/63V, axiaal
C4 = 100 µF/16V, printuitvoering
C5 = 0,1 µF, MKM

halfgeleiders:

B = bruggelijkrichter, B80C5000/3300 (wisselspanningsaansluitingen in het midden)
D1 = 5,6V/250...400mW, zenerdiode
T1 = BC177A, BC177B
T2 = BC141
T3 = TIP29B, TIP29C, TIP31B, TIP31C
T4, T5 = 2N3055

overige componenten:

1 print ELO234
7 printpennen, 1 mm rond
5 bouten M3 x 6 mm
5 moeren M3
ca. 50 cm koperdraad 1 mm à 1,5 mm doorsnede
1 klein koellichaam voor 2N3055
1 U-vormig koelplaatje voor TIP29
1 groot koellichaam voor 2N3055

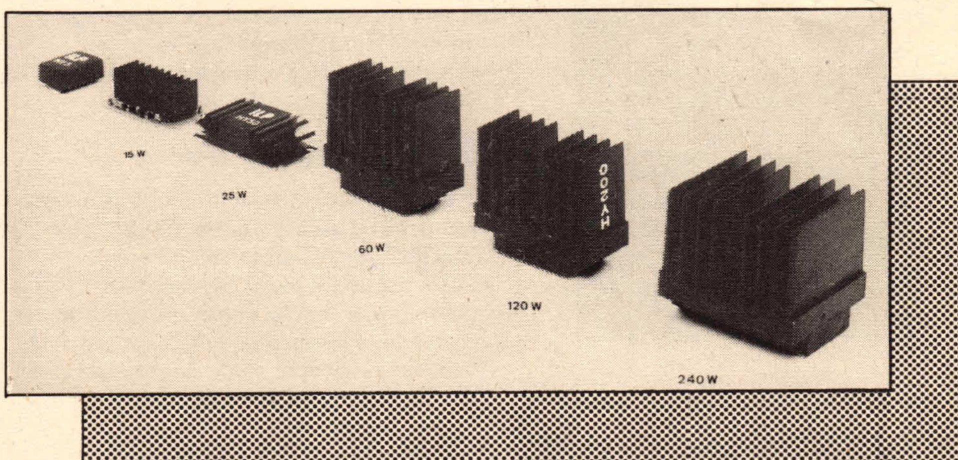
Geen risico door twee jaar garantie!

Zelfbouwversterkers met modulen

Herhaaldelijk krijgen we brieven met de vraag eens een eenvoudig versterkerontwerp te publiceren, maar dan zo dat ook de beginner het kan gebruiken. Degenen die bekend zijn met het zelfbouwen van versterkers weten, dat er diverse problemen aan zelfbouw zijn verbonden en dat met name het afregelen van de versterker voor veel amateurs onoverkomelijk is.
De gebruikelijke "bouwdoos" is dan ook het alternatief dat we meestal adviseren, hoewel ook daarbij soms nog afregelproblemen zijn.

Een ander aspect is het vermogen. 25 W versterkers en soms ook wel 50 W versterkers worden nog wel geleverd als bouwdoos, maar daarboven is niets te koop. En toch wordt vaak gevraagd naar een groot vermogen; 100 W, 200 W en zo mogelijk nog meer!

Degenen die dit soort versterkers willen, zijn veelal "spelers" in popgroepen e.d., die geen geld hebben voor een complete installatie en als enige oplossing zelfbouw zien.
Voor deze categorieën: de HiFi-liefhebber, de geluidsjager en de popmusicus, bestaat nu de mogelijkheid zelf een versterker te bouwen van vrijwel elk gewenst vermogen en zonder enig probleem. Om vooral zeker te zijn van dit laatste, hebben we zelf een versterker gebouwd en uitvoerig beproefd. Onze ervaringen en meetresultaten zullen we u in dit artikel geven, maar eerst het e.e.a. over de modulen of eenheden.



Afb. 1 Dit zijn de versterkermodulen.



Afb. 2 De ILP HY50 is een veelgevraagde 25 W-eindversterker module

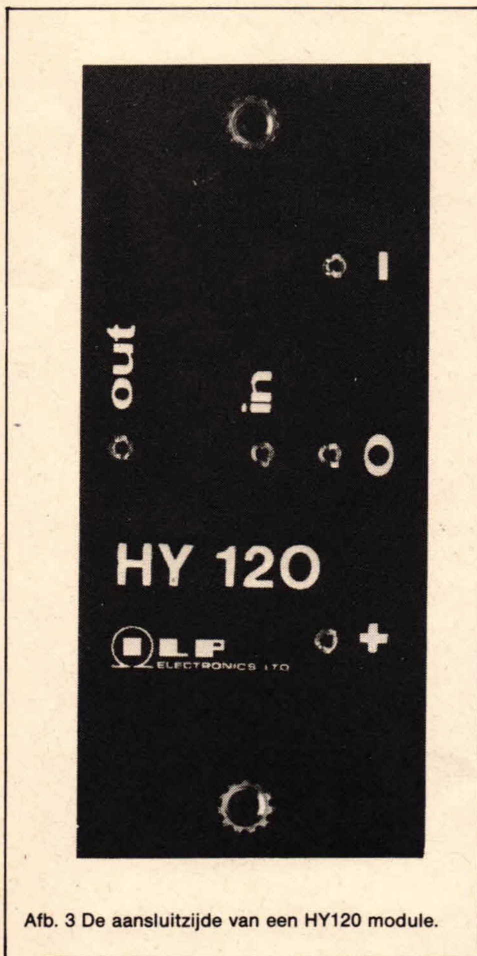
ILP-modulen

Alle ILP-modulen die worden geleverd zijn reeds kant en klaar en behoeven uitsluitend door de bouwer te worden aangesloten en in een behuizing te worden ondergebracht.
Dit voorkomt een groot aantal problemen waarvan de importeur er terecht enkele noemt en waarmee we het helemaal eens zijn, zoals:

a) De kans op het maken van fouten, waardoor in een snel tempo meerdere transistoren kunnen sneuvelen.
b) De kans op defecte onderdelen, met mogelijk hetzelfde gevolg.
c) Bij het niet of niet goed functioneren van een zelfgebouwde versterker is het defect vaak moeilijk te vinden door de amateur.
d) De tijd die het monteren kost is een factor die tegenwoordig niet alleen geldt voor bedrijven maar ook voor de amateur.

e) Het berekenen van het juiste koellichaam; het bestellen hiervan; het geïsoleerd monteren van de transistoren op het koellichaam met siliconenpasta en mica isolatieplaatjes plus de controle of het koelend vermogen in de praktijk voldoende is.
f) Het afregelen van de russtroom en de symmetrie.

Hoewel de importeur bij iedere bestelling een uitvoerige documentatie stuurt, is het verder zinvol hier enkele speciale eigenschappen van de modulen te noemen.



Afb. 3 De aansluitzijde van een HY120 module.

Doordat de versterker en het koellichaam één geheel vormen, bestond de mogelijkheid een controle in te bouwen voor de koellichaamtemperatuur. Dit is gerealiseerd met zeer weinig componenten, namelijk een één-transistorschakeling. Deze beveiligingstransistor is direct – geïsoleerd – op het koellichaam gemonteerd. Met de schakeling wordt de temperatuur constant in de gaten gehouden en tevens wordt overbelasting op eenvoudige wijze voorkomen. Deze ingebouwde beveiliging gaf tevens de mogelijkheid van de twee jaar garantie op de modulen.

Bij de HY120 module bijvoorbeeld, die we hebben gebruikt in onze zelfbouwversterker, bedraagt de normale werktemperatuur van het koellichaam 40 à 60 °C. De genoemde transistorschakeling reageert echter pas bij 120°C, hetgeen een volkomen veilige temperatuur is. De transistor sluit bij hogere temperaturen de stuurversterker kort, zodat het afgegeven vermogen tot nul wordt gereduceerd. Na voldoende afkoeling schakelt de versterker automatisch weer in. Beschadiging kan hierbij niet optreden.

Verder is de versterkeruitgang beveiligd tegen kortsluiting door een combinatie van een zekering in serie met de uitgang en uitgangstransistorenparameters. Bij kortsluiting gaat de zekering door zonder dat dit schade oplevert voor de eindtransistoren. De grotere modulen HY120, HY240 en HY400 hebben zelfs een ingebouwde stroombegrenzing, waardoor zelfs een blijvende kortsluiting van de uitgang geen schade oplevert!

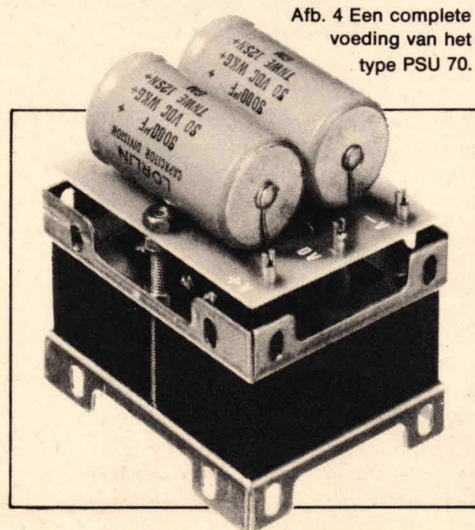
Géén IC-eindtrap!

Het lijkt ons nuttig er op te wijzen, dat de modulen géén IC-eindtrappen bevatten, maar normale eindtransistoren van bekende fabrikaten als RCA en TI. Ook de andere componenten zijn van gerenommeerde fabrikaten als ITT, Siemens en Philips. Tenslotte is het nuttig te weten dat in de modulen ter gehoging van de betrouwbaarheid géén schroefverbindingen worden toegepast.

De modulen en hun vermogen

In principe kan men modulen kopen voor vermogens tussen 15 W en 480 W (effectief). De "kleinste" module is de HY30, die 15 W levert aan een 8 Ω belasting. De daarop volgende HY50 levert een effectief vermogen van 25 W aan 8 Ω. Voor het zwaardere werk zijn er modulen HY120, HY200 en HY400, die resp. een effectief vermogen leveren van 60 W, 120 W en 240 W (aan 4 Ω). Met twee van deze HY400 in een speciale brugschakeling kan men komen tot een vermogen van 480 W, waarbij de genoemde garantie eveneens geldt.
De importeur levert voor alle typen versterkers speciale voedingen, compleet met trafo, bruggelijkrichter en elco's. Ook deze zijn kant en klaar gemonteerd.

Afb. 4 Een complete voeding van het type PSU 70.



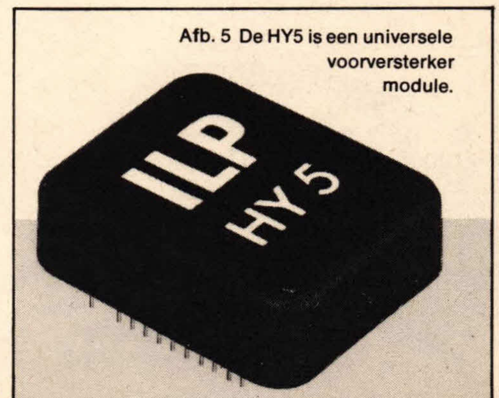
Voorversterker

Om eerlijk te zijn, is de speciale geïntegreerde voorversterker HY5 nog de "mooiste" module. Deze voorversterker bevat alle schakelingen die noodzakelijk zijn, zoals een voorversterker voor microfoon, magnetische pick-up (inclusief de RIAA-correctie), tuner en aux.
Ook de klankregelvoorversterker is ingebouwd en ook is er een aansluiting voor "rec. out" zoals we die aantreffen op versterkers voor het opnemen op recorders.

De klankregelschakeling is actief en heeft een werking + en −12 dB bij resp. 100 Hz en 10 kHz. De maximale gevoeligheid van deze module bedraagt 3 mV, zodat vrijwel iedere platenspeler kan worden aangesloten. Voor sommige microfoons is 3 mV wat te laag en in die gevallen wordt een extra microfoontrafo geadviseerd. De afmetingen van deze module zijn 24 × 40 × 50 mm en het geheel wordt gemonteerd op een stukje printplaat of het speciale printje dat eveneens leverbaar is. Er mag persé niet aan de pennen van de module worden gesoldeerd!

Zelfbouwen

Voor wat experimenten en metingen leek het ons zinvol de HY120 module te kiezen, die een vermogen levert van 60 W. Voor de voorversterker werd gebruik gemaakt van de HY5 en verder werd de PSU70 voeding toegepast. Aan onderdelen is men dan een bedrag kwijt van ƒ 300,–, inclusief de contactenprint voor de HY5.



Afb. 5 De HY5 is een universele voorversterker module.

Wenst men het geheel in stereo uit te voeren, is een tweede voorversterker en een tweede eindversterker noodzakelijk, waardoor de kosten op *f* 490,– komen. Men heeft dan een 2 × 60 W versterker met gescheiden klankregeling, diverse ingangen enz. Voor onze experimenten was echter een mono-uitvoering voldoende.

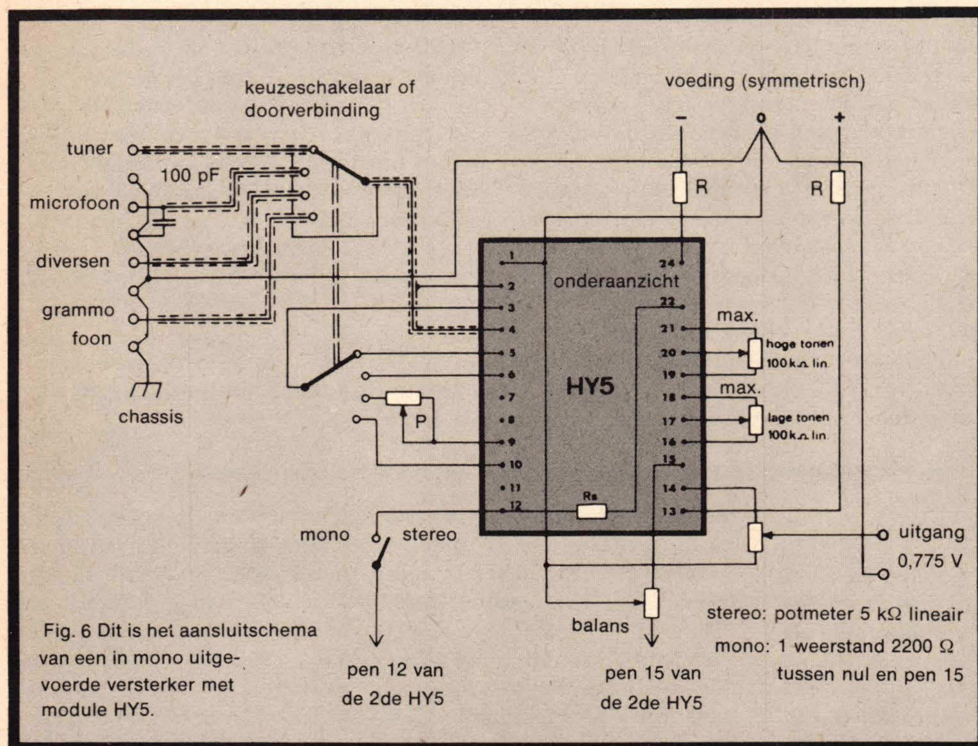


Fig. 6 Dit is het aansluitschema van een in mono uitgevoerde versterker met module HY5.

Aangezien we beschikten over een oude (buizen)versterkerkast, was het inbouwen een zeer eenvoudig werkje.
Preciés één avond knutselen en er stond weer een fraaie versterker; nu echter met transistoren in plaats van buizen.
Aangezien de versterker zijn "praktische" beproeving zou krijgen als "zangversterker" in een combo, werd tevens een speciale aansluiting aangebracht voor een bandecho-apparaat. Deze bandecho-apparaten staan in serie met een versterkerschakeling – het directe en indirecte geluid is regelbaar – en wij kozen voor een aansluiting in de "hete" leiding van de sterkteregelaar. Resultaten: uitstekend! Vanzelfsprekend moest een schakelaartje worden aangebracht om de versterker ook te laten functioneren als de echo-recorder niet is aangesloten.

Op dit moment draait de versterker al enige tijd tot volle tevredenheid; het enige opmerkelijke is een "tik" uit de luidspreker bij inschakelen en enige seconden na het uitschakelen een "zucht" door het ontladen van de elco's.

Een kleine waarschuwing is verder op zijn plaats. Doordat de inbouwruimte in onze kast vrij klein was, moest de compleet gemonteerde voedingsprint (die normaal op de trafo zit) worden losgenomen en apart op het versterkerchassis worden gemonteerd. Om sluiting te voorkomen tussen print en voeding, zijn door de fabrikant fiber ringen als isolatiemateriaal toegepast.

Moet deze print om een of andere reden los van de trafo worden gemonteerd, zorg dan dat of deze ringen weer worden gebruikt of dat er geïsoleerde afstandbussen worden gebruikt. Bij een eventuele kortsluiting gaan hoogstwaarschijnlijk de vier gelijkrichtdioden er uit!
Het is mogelijk dat er bij de eerste experimenten enige brom aanwezig is, doordat bepaalde draden brom van de trafo oppikken. Bij ons was dat het geval: de draden voor de klankregelpotmeters liepen zeer dicht langs de voedingstrafo. Door deze draden onder het chassis te leggen bleek deze brom geheel verdwenen.



Afb. 7 Deze 19-inch versterker is samengesteld met 2 eindversterker modulen de HY200 en met 2 voedingen van het type PSU90.

Eén kleine bromrest bleek echter nog aanwezig te zijn. Doordat we uitgingen van een bestaand versterkerchassis met bijbehorende frontplaat, kwam de sterkteregelaar ongelukkig dicht bij de voedingstrafo. Ook hierdoor bleek er enige brom te ontstaan. Dit was op te lossen door een klein blikken schotje tussen trafo en potmeter aan te brengen (op het chassis gesoldeerd). Hierna bleek de versterker op het gehoor volkomen stil.

Praktische beproeving en meetresultaten

Bij proefnemingen met een microfoon bleek dat de gevoeligheid inderdaad aan de lage kant was. Een snoertrafo (Sennheiser) die voorhanden was, loste dit probleem zondermeer op. Voor de gehoorproeven werden een tuner (afstemmer) en een bandapparaat aangesloten. De geluidskwaliteit was hierbij volkomen in orde, alleen was de zaak helaas in mono! De klankregeling functioneerde volkomen correct. Gehoormatig leek ook de ingebouwde RIAA-correctie goed te functioneren.

Meetresultaten

Hoewel gehoormatige resultaten vanzelfsprekend zeer belangrijk zijn voor een versterker meetresultaten eveneens erg belangrijk.
Wat betreft het vermogen is de fabrikant of de importeur vrij laag qua specificaties. Bij een belasting van 8 Ω wordt een vermogen gehaald van 72 W (continu) en bij 4 Ω wordt zelfs 76,5 W gehaald. Het is aannemelijk, dat bij een stereo-versie van deze versterker het vermogen iets lager zal liggen, aangezien de voeding het dan wat moeilijker heeft! Maar de 60 W wordt toch wel erg ruim gehaald.
Bij dit vermogen blijft de vervorming (1 kHz) lager dan 0,03% zonder enig spoor van cross-over.

De signaal-ruisafstand van de eindtrap is zondermeer uitstekend: we kwamen bijna op 100 dB.

De signaal-ruisafstand inclusief voorversterker is uiteraard lager: we kwamen op 68,5 dB (specificatie is beter dan 68 dB).

De opgegeven vermogensbandbreedte van 10 tot 45 000 Hz binnen 3 dB wordt niet helemaal gehaald. Binnen 3 dB kwamen wij tot 20 Hz...30 kHz. De frequentiekarakteristiek (bij −20 dB) is recht van 20 Hz tot 30 kHz (−1 dB). Het lijkt er steeds weer op, dat de fabrikant minimale specificaties heeft opgegeven. Dat geldt ook weer voor de ingangsgevoeligheden. Wij kwamen op een microfoongevoeligheid van 1,8 mV voor maximaal vermogen en op de "tuneringang" was 22 mV reeds voldoende voor volledige uitsturing. Die 1,8 mV geldt overigens ook voor de ingang voor magnetische pickup.
Het werkingsgebied van de klankregelaars is iets kleiner dan gespecificeerd: wij kwamen op + en − 10 dB bij 10 kHz en op + en −9 dB bij 100 Hz (in plaats van ± 10 dB bij 100 Hz en 10 kHz). Uiteraard is dat geen enkel probleem. De ingangsgevoeligheid voor de eindversterker tenslotte is iets meer dan 500 mV, namelijk 525 mV voor volle uitsturing.

Samenvatting

Het is ons volledig duidelijk geworden dat met deze modulen een uitstekend produkt kan worden gemaakt, dat ruimschoots voldoet aan alle mogelijke "HiFi-normen". De meetresultaten hebben dat ruimschoots aangetoond. Verder is gebleken dat zelfbouw geen enkel probleem oplevert, aangezien het uitsluitend een kwestie is van een aantal aansluitingen maken en dat kan een ieder die de soldeerbout kan hanteren. Wij hebben slechts een eenvoudige mono-versterker gebouwd, met een minimum aan mogelijkheden. De modulen zijn echter ook geschikt voor het maken van een meer gecompliceerd geheel, zoals een mengversterker, een mengpaneel e.d. Er mogen namelijk vijf voorversterker modulen worden aangesloten op één eindversterker en bij het maken van een mengpaneel is het aantal natuurlijk veel groter. De importeur heeft voor diverse toepassingen uitvoerige handleidingen in voorraad!

Tenslotte nog dit: hoe hoger het versterkervermogen hoe lager de prijs relatief wordt. De versterker die wij hebben gebouwd kost aan materiaal *f* 273,30, maar voor iets meer dan *f* 500,– bouwt men al een 240 W versterker. En voor dat geld koopt u die bepaald niet compleet in de winkel!

Hans Goddijn

Importeur: Rodel geluidstechniek, Sanderij 10, Delden.

---

50 jaar telex van Siemens

In december 1928, kort voor de kerst, klepperde in het ontwikkelingslaboratorium van de toenmalige Siemens & Halske Werke te Berlijn de eerste telex erop los. Nauwelijks vermoedde iemand toen, dat dit het geboortejaar van een van de belangrijkste communicatiemiddelen ter wereld was.

Het was de eerste telex, die werkte volgens de start-stop-methode, die de bediening sterk vereenvoudigde en tegenwoordig overal wordt gebruikt. Tot dat tijdstip konden namelijk telegrafie-apparaten – de ontwikkeling ervan werd sterk beïnvloed door Werner von Siemens, de uitvinder van de wijzertelegraaf – alleen door speciaal opgeleide telegrafisten worden bediend. Met het nu ontwikkelde elektro-mechanische telexapparaat was het mogelijk het gebruik van de telegrafie ook op te dragen aan ongeschoolde personen, die alleen met een schrijfmachine moesten kunnen omgaan. Door de nieuwe start-stop-methode was het niet meer noodzakelijk bij het schrijven van de tekens een vast ritme aan te houden, maar kon men in het eigen individuele tempo op het toetsenbord werken.
In 1933 nam de toenmalige Deutsche Reichspost tussen Berlijn en Hamburg de eerste telexverbinding met kiesmogelijkheden ter wereld in gebruik. Er waren 21 abonnees, die gebruik maakten van telexapparaten en overdrachts- en verbindingstechniek uit de fabrieken van Siemens & Halske AG. Uit deze kiemcel groeide in de volgende halve eeuw het wereldtelexnet, dat nu meer dan een miljoen abonnees in meer dan 150 landen verbindt. Aan deze ontwikkeling heeft de eerste fabrikant van telexapparaten een zeer groot aandeel: het huidige wereldtelexnet is voor meer dan een derde opgebouwd met of volgens Siemens-systemen. Zo ook in Nederland. In 1934 werd al de eerste telexverbinding in ons land tot stand gebracht: met twee Siemensapparaten. Toen begin 1977 de 25000ste abonnee feestelijk werd aangesloten was ook toen weer een produkt van deze onderneming middelpunt van de festiviteiten.
De telex van toen met zijn tandwielen, koppelingen, hefbomen, klinken en nokenkassen werd steeds verder verbeterd en vervolmaakt. Dat leidde uiteindelijk tot een topprodukt van de moderne instrumentmakerij: de telex 100. Tot nu toe zijn alleen al van dit apparaat meer dan 500 000 exemplaren geproduceerd. Een aantal waarop geen andere fabrikant van telexen ter wereld kan bogen.

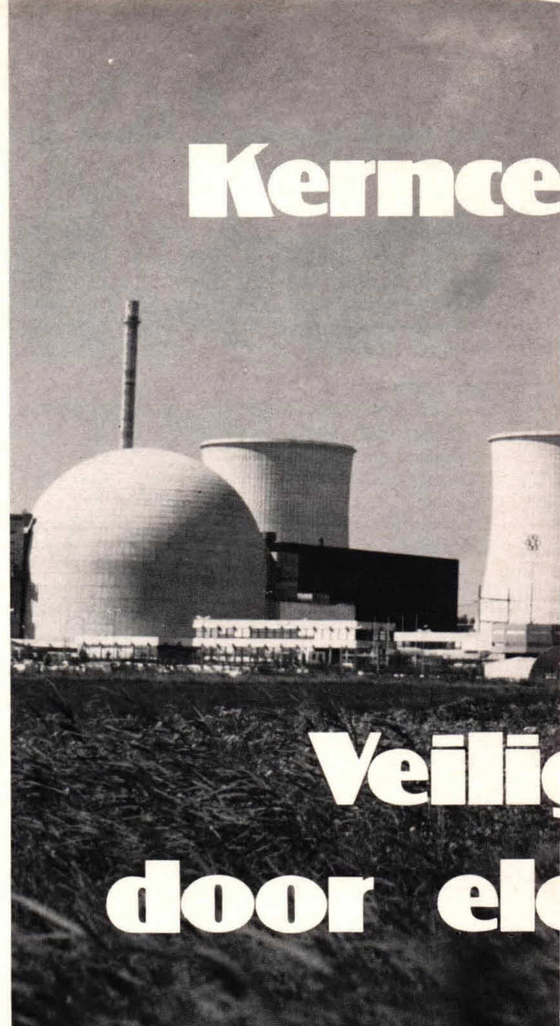


Maar ook de beste instrumentmakersprecisie en de hoogste kwaliteitsstandaard moest wijken voor de technische vooruitgang en de steeds verder stijgende eisen aan moderne communicatiemiddelen. Al zo'n tien jaar geleden werd – dankzij de stormachtige ontwikkeling van de elektronische schakelingen – de eerste gedeeltelijk elektronische telex door Siemens ontwikkeld en gebouwd. Pas door de in de laatste jaren bereikte hoge pakkingsdichtheid van elektronische functies op een zeer klein halfgeleiderplaatje kon echter de eerste geheel elektronische telex worden gebouwd, die aan alle wensen van onze tijd voldoet: de telex 1000. Klein, licht, geruisarm en onderhoudsvrij, in modern design en gemakkelijk te bedienen als een kantoorschrijfmachine, heeft deze zich inmiddels een vaste plaats in het kantoor veroverd, dus direct op de werkplek voor rechtstreekse tekstcommunicatie. Sinds zijn introductie in 1976 zijn er over de gehele wereld al meer dan 50 000 exemplaren van afgeleverd. Zo kwam in 50 jaar telextechniek uit de telegrafie-apparaten een communicatiemiddel tot ontwikkeling, dat nu niet meer weg te denken is uit alle sectoren van het dagelijks leven.

Uit voorgaande afleveringen van ELO zijn de volgende printen nog voorradig:

ELO-1-1978		
Voedingsapparaat	ELO-print 2	f 5,80/F 97
Toonregelaar voor LF-versterkers	ELO-print 6	f 7,40/F 121
Verlichte wagons	ELO-print 11	f 7,40/F 124
Weerstandsmeetbrug met LED-indicatie	ELO-print 12	f 8,50/F 143
Weerstandsmeetbrug met LED-indicatie	ELO-print 13	f 8,50/F 143
4-kanalen lichtorgel	ELO-print 22	f 15,80/F 265
ELO-2-1978		
Eenvoudige rechtuit kortgolf ontvanger	ELO-print 1	f 5,50/F 92
Modelspoorbaan besturing net echt	ELO-print 10	f 18,– /F 302
4-kanalen lichtorgel (deel 2)	ELO-print 23	f 15,80/F 265
Denksport problemen elektronisch opgelost	ELO-print 30	f 8,80/F 148
Spanningsein voor batterij en auto	ELO-print 33	f 6,80/F 114
Zwelpedaal	ELO-print 43	f 9,80/F 165
ELO-3-1978		
Kaliber	ELO-print 4	f 7,20/F 121
Laadapparaat voor nikkel cadmium accu's	ELO-print 21	f 7,80/F 131
Transistor-diode-determineerapparaat	ELO-print 26	f 8,20/F 138
Metronoom	ELO-print 31	f 7,20/F 121
Kaliber	ELO-print 32	f 7,20/F 121
Infrarood monozender	ELO-print 37	f 10,80/F 181
ELO-4-1978		
Millivoltmeter	ELO-print 15	f 9,50/F 160
Kwimas	ELO-print 201	f 18,20/F 306
ELO-5-1978		
Morse zoemer	ELO-print 14	f 7,50/F 126
1 kHz-testsignaalgever	ELO-print 35	f 3,80/F 64
IJkgenerator	ELO-print 36	f 9,80/F 165
ELO-6-1978		
Elektronische schietbaan	ELO-print 4	f 7,40/F 124
Rondenteller voor de autoracebaan	ELO-print 4	f 7,40/F 124
Rondenteller voor de autoracebaan	ELO-print 42*)	f 14,50/F 244
ELO-7/8-1978		
Formule 1 racen	ELO-print 34	f 9,80/F 165
"Gloreg"	ELO-print 203	f 9,30/F 156
ELO-9-1978		
TTL-Multi-niveau tester	ELO-print 333	f 10,80/F 181
Deurbelslot	ELO-print 221	f 8,50/F 143
Test uw reactievermogen (2)	ELO-print 8	f 7,20/F 121
ELO-10-1978		
Strijd tegen het bederf	ELO-print 80	f 14,80/F 249
Accu en lichtnet-adapter	ELO-print 220	f 10,50/F 177
Meten zonder wijzer	ELO-print 76	f 23,– /F 387
Meten zonder wijzer	ELO-print 77	f 12,50/F 210
ELO-11-1978		
Spijkers 1 en 2 combiprint	ELO-print 253, 254	f 10,80/F 182
Verkeerslicht in mini-formaat	ELO-print 67	f 18,50/F 311
ELO-12-1978		
Lichtdimmer	ELO-print 85	f 9,80/F 165
Brandalarm 2	ELO-print 226	f 14,50/F 244
HiFi en bijna HiFi-voorversterkers	ELO-print 227	f 18,50/F 311
ELO-1-1979		
Mengpaneel 1	ELO-print 17	f 8,80/F 148
Mengpaneel 1	ELO-print 18	f 8,20/F 138
ELOmat 1, 2	ELO-print 222	f 9,50/F 160
Remlichtverklikker	ELO-print 229	f 10,80/F 181
Spijkers 3	ELO-print 255	f 7,70/F 129
ELO-2-1979		
Mengpaneel 2	ELO-print 19	f 7,80/F 131
Mengpaneel 2	ELO-print 24	f 9,80/F 165
ELOmat 2	ELO-print 223	f 9,80/F 165
ELOmat 1, 2	ELO-print 222	f 9,50/F 160
ELO-3-1979		
Looplicht	ELO-print 68	f 22,80/F 383
Servo tester	ELO-print 81	f 12,80/F 215
ELOmat 3	ELO-print 224	f 9,50/F 160
ELO-4-1979		
Meng 3-toonregeling	ELO-print 6	f 6,80/F 121
Meng 3-ijktoongenerator	ELO-print 11	f 7,20/F 124
Meng 3-niveaumeter	ELO-print 17	f 8,80/F 148
Meng 3-zie mengpaneel 1	ELO-print 18	f 8,20/F 138
Meng 3-meeluisterversterker	ELO-print 19	f 7,80/F 131
Meng 3-netvoeding	ELO-print 24	f 9,80/F 165
Meng 3-netvoeding	ELO-print 25	f 8,80/F 148
Digitale klok met mogelijkheden	ELO-print 72	f 11,80/F 198
ELOmat 4	ELO-print 225	f 9,80/F 165
Mengp. 3-HiFi-voorversterker	ELO-print 227	f 18,50/F 311
ELO-5-1979		
Elekr. behendigh. spelletjes	ELO-print 4	f 7,40/F 125
Elektr. behendigh. spelletjes	ELO-print 14	f 7,50/F 126
ELOmat 5	ELO-print 228	f 9,50/F 160
Mini-versterker	ELO-print 232	f 9,50/F 160
ELO-6-1979		
Piepschuim snijregelaar	ELO-print 261	f 9,50/F 160
Silicium zandloper	ELO-print 87	f 19,80/F 332
Stoomlocomotief romantiek	ELO-print 91	f 10,50/F 176
Spijkers 6	ELO-print 258	f 7,40/F 125
Spijkers 6	ELO-print 257	f 11,80/F 198
ELO-7-1979		
Fasevibrator 1	ELO-print 230	f 8,50/F 142
3 A-voeding tot 55V	ELO-print 234	f 14,80/F 248

ELO-printen kunnen worden besteld bij uw onderdelenhandelaar en uitsluitend tegen vooruitbetaling rechtstreeks bij Kluwer Technische Tijdschriften b.v. door overmaking van het verschuldigde bedrag op girorekening 861221, voor België bankrekening nr. 408-001200542 t.n.v. uitgeverij Kluwer-Antwerpen. Vergeet niet het printnummer te vermelden!



Ze discussiëren al heel lang: de voor- en tegenstanders van kernenergie. Ze schermen met argumenten als economische groei, voldoende energievoorziening tot het jaar 2000, mogelijke storingen en radio-actieve verontreiniging van ons milieu. Ze houden redevoeringen en demonstreren. In alle discussies komt een belangrijk punt naar voren: de veiligheid. En de veiligheid bij kerncentrales is niet in de laatste plaats een opgave van de elektronica. Deze draagt er op beslissende wijze toe bij, dat kerncentrales in het geheel kunnen draaien en dat hun gebruik aan de daarvoor noodzakelijke veiligheidsvoorschriften voldoen.

In principe werken kerncentrales op dezelfde wijze als conventionele stoomturbine centrales: de stoom wordt hier echter in de reactor gevormd. De reactorkern, die zich in een water gevuld drukvat bevindt, bestaat uit brandstofelementen van uranium, die door een beheerste nucleaire kettingreactie warmte vrijmaken. Het water in de reactor wordt verhit en door een circulatiepomp verdeeld. Het uitstromende water-stoom mengel, wordt door een water afscheider en vervolgens door een stoomdroger geleid, zodat alleen droge stoom de turbine bereikt. Dit garandeert een beduidend langere levensduur van de turbineschoepen.

De kernreactor: de geremde bom

Dit lijkt gevaarlijker dan het is. Reeds toen de kernsplitsing in het jaar 1938 door Otto Hahn werd ontdekt, begreep de wetenschap de enorme mogelijkheden van deze ontdekking. Dit was beslist niet alleen het verschrikkelijke wapen, het was veel meer de beheerste kettingreactie voor vreedzaam gebruik van de kernenergie. Hahn had bewezen, dat voor de splitsing van een atoomkern een neutron noodzakelijk is. Bij deze splitsing ontstaan naast andere splitsingsprodukten meerdere neutronen, die – indien ze de geschikte energie hebben – op hun beurt weer andere kernen kunnen splijten. Zoals fig. 1 laat zien, neemt het aantal neutronen en het aantal gespleten kernen zienderogen toe. Dit verschijnsel wordt kettingreactie genoemd.

Voor een kettingreactie is het noodzakelijk dat niet te veel neutronen door vreemde kernen worden weggevangen, dat er niet teveel het brandstofmateriaal verlaten(dit maakt een minimum grootte noodzakelijk) en dat er mogelijk veel neutronen een niet al te grote energie bezitten, omdat een lagere energie voor kernsplitsing gunstiger is. Laat men echter de kettingreactie ongecontroleerd verlopen, dan komt het tot een explosie. Het is dus regel, bij een reactor, de kettingreactie op een geschikte wijze af te remmen en de daarbij vrijkomende energie nuttig te gebruiken, bijvoorbeeld door omzetting in elektrische energie. De voor kernsplitsing geschikte neutronen moeten een laag energieniveau hebben. Daar de energie van de neutronen die bij de splijting ontstaan veelal te hoog is, behoren ze te worden afgeremd. Dit gebeurt door zogenaamde moderatoren. (moderator is een stof die in een

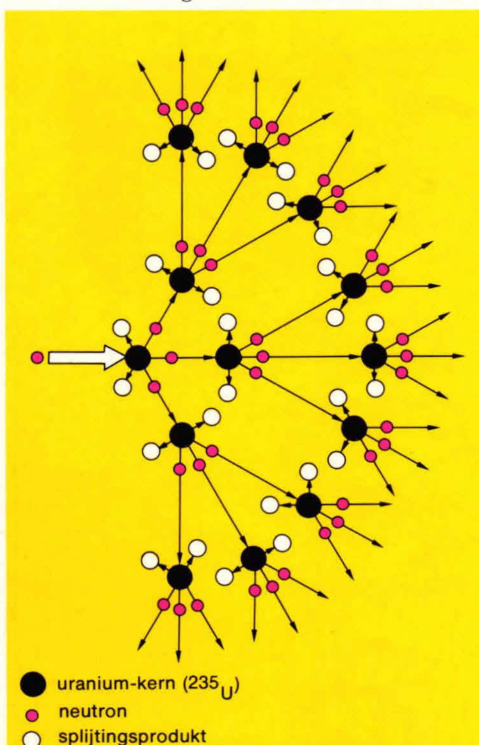


Fig. 1 Kettingreactie: bij splijting van kernen ontstaan naast andere splijtingsprodukten ook neutronen, die op hun beurt weer andere kernen kunnen splijten.

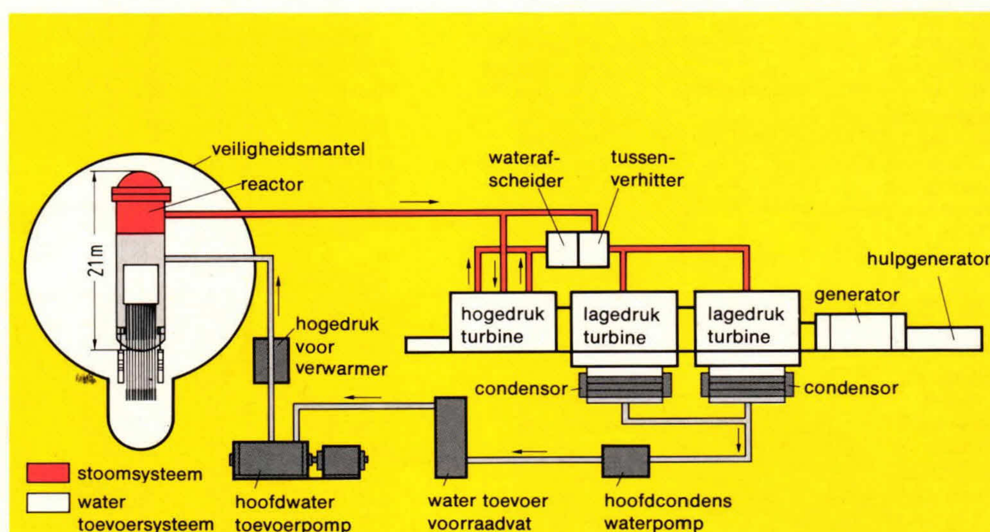
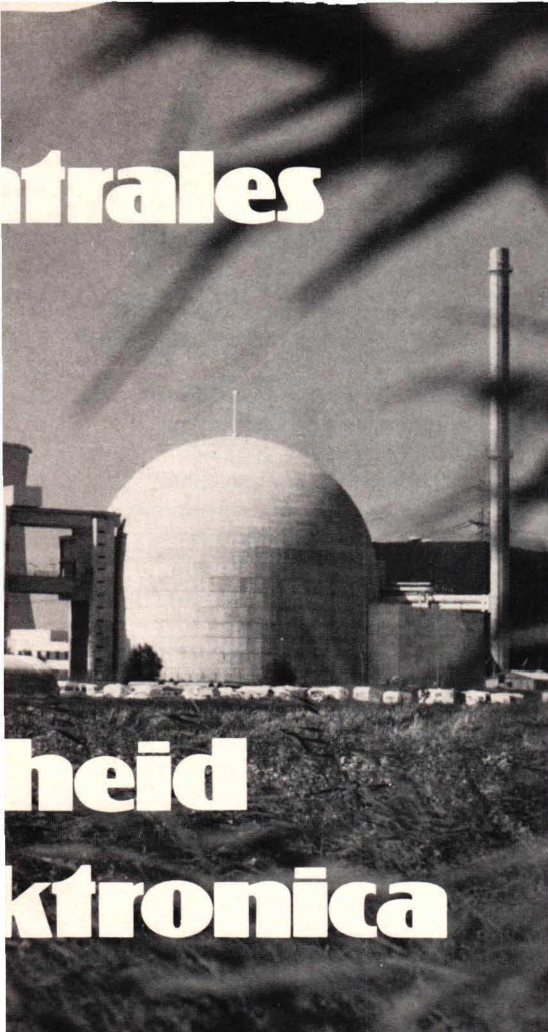


Fig. 2 Principe schema van een kerncentrale met warmwaterreactor



kernreactor dient om vrijgekomen snelle neutronen in hun gang te vertragen) Een moderator vervult zijn taak des te beter, hoe sneller hij de neutronen afremt des te minder neutronen hij absorbeert.
In kernreactoren gebruikt men overwegend water als moderator. Afhankelijk van het reactortype gaat het daarbij om normaal water of om zogenaamd zwaar water (chemische formule D_2O).

Samengevat: Bij de gecontroleerde kernsplitsing komen naast thermische energie splijtingsprodukten en neutronen vrij. De thermische energie wordt omgezet in elektrische energie, de neutronen houden de gecontroleerde kettingreactie staande voor het verdere verloop van de kernsplitsing.

De kernreactor zet thermische energie om in elektrische energie

De tegenwoordig gebruikte reactoren voor kerncentrales zijn hoofdzakelijk van het "normaal" watertype. Ze worden al naar gelang hun arbeidsprincipe ingedeeld in warmwater- en drukwaterreactoren. De warmwaterreactor benadert de conventionele stoomcentrale nog het meest (fig. 2). De stoom, die voor de aandrijving van de turbine noodzakelijk is, wordt bij dit type reactor direct in de kern van de reactor (core) gevormd. Hier wordt het water door de brandstofstaven (= splijtstof) zo sterk verhit, dat het aan de kook komt. Tot de zogenaamde primaire kringloop behoren reactor, turbine, condensor en pomp. Zoals uit fig. 2 blijkt, wordt in de core de verhitte stoom met een temperatuur van 285°C en met een druk van 70 atm, direct naar de turbine geleid. De reactor zelf bevat rond 600 brandstofelementen voor een elektrische brutocapaciteit van ongeveer 1900 MW. Het grote voordeel van de warmwaterreactor is, dat de ontstane stoom direct op de turbine werkt; en is daarom efficiënter dan de drukwaterreactor, die een toegevoegde warmtewisselaar heeft (fig. 3). Het nadeel van de warmwaterreactor is trouwens duidelijk: bij een één kringloopsysteem kan in geval van schade aan het brandstofelement, radio-actieve verontreiniging in de turbine komen en omgekeerd ook verontreiniging van de turbine in het reactordrukvat. Deze mogelijke verontreinigingen worden echter meettechnisch direct onderkend en vormen derhalve geen probleem. Daarentegen wordt de stoom van de drukwaterreactor niet radio-actief, omdat deze niet in direct contact komt met het reactorwater. In dit type reactor bedraagt de stoomdruk ongeveer 150 atm. bij 320°C. In alle reactoren wordt de reactor capaciteit door neutronenabsorbtie staven (zgn. stuurstaven) geregeld, welke zich tussen de brandstofelementen bevinden en omhoog en omlaag kunnen worden bewogen, om naar gelang de situatie meer of minder neutronen te absorberen; de kettingreactie aldus verzwakkend of versterkend of zelfs helemaal verhinderend (fig. 4). In geval van storing kan men door een ogenblikkelijk inbrengen van de stuurstaven (bij een drukwaterreactor vallen ze terug, bij een warmwaterreactor worden ze er in geschoten), de reactor in korte tijd (enige seconden) uitschakelen (noodstop).
Het opstarten van een reactor, dat wil zeggen de reactor vanuit de rust stand naar werkvermogen brengen, is daarentegen een gecompliceerd technisch proces. De reactor kan namelijk niet als een lichtschakelaar worden

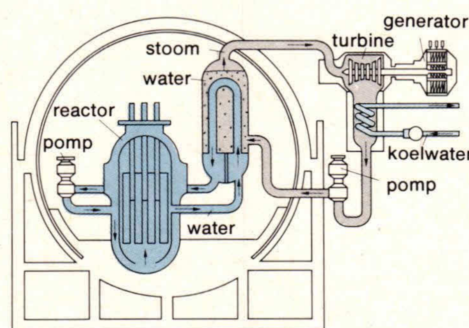


Fig. 3 Principeschema van een drukwaterreactor met warmtewisselaar.

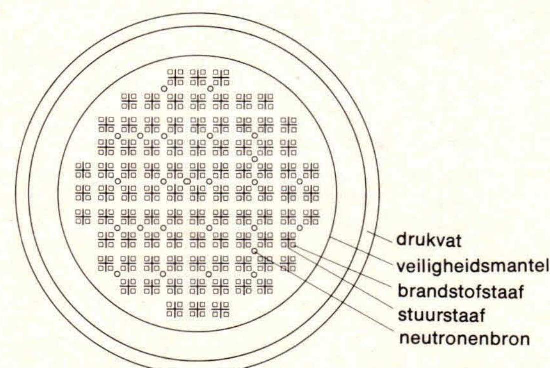
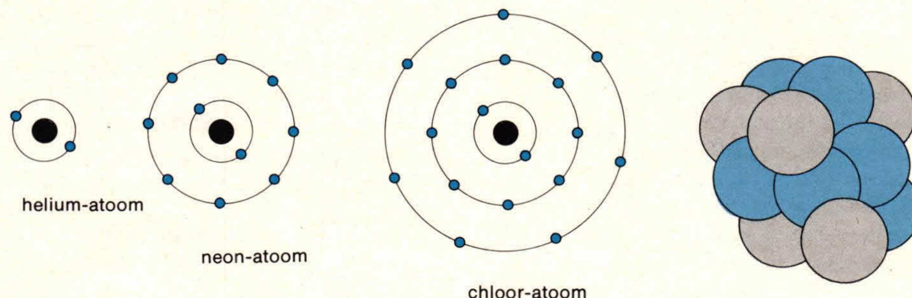


Fig. 4 Opstelling van brandstof- en stuurstaven in de kern van de reactor (bovenaanzicht).

Opbouw van het atoom

Een atoom bestaat uit een kern en een elektronenwolk, in welke zich een bepaald aantal elektronen bevinden, die zich als in een planetenstelsel in bepaalde banen om de kern bewegen. De atoomkern bestaat uit protonen en neutronen. De kern van het waterstofatoom (het lichtste element) bestaat uit één proton. Om een inzicht te krijgen hoe een kern in elkaar zit, maken we gebruik van het zogenaamde druppelmodel: de protonen en neutronen als dicht opeengepakte bolletjes.



ingeschakeld, maar moet gedurende de zogenaamde reactorperiode of reactortijd-constante kritisch worden gemaakt. De reactorperiode is die tijd, waarin bij het uitschakelen de neutronenstroomdichtheid met een factor e = 2,71828.. verandert. Bij een te kleine reactorperiode (korter dan 0,5 s) neemt de neutronenstroomdichtheid en daarmee het reactorvermogen zo snel toe, dat de vermeerdering van vrije neutronen zelfs niet meer door een noodstop zou kunnen worden verhinderd. Het gevolg zou een reactorexplosie zijn (atoombom).
Daarom is het doel van het beveiligingssysteem, elke benadering aan een dergelijk gevaarlijke toestand te verhinderen of op z'n minst tijdig te melden en om de reactor zelfstandig uit te schakelen. Juist op dit gebied nu ligt een omvangrijke taak voor de elektronica.

Veiligheidselektronica heeft in kerncentrales de hoogste prioriteit

De techniek van de kerncentrales is zonder omvangrijke elektronische schakelingen, gecompliceerde systemen en gebruikmaking van proces-besturingscomputers niet meer denkbaar. Hier heeft zich het speciale gebied van de nucleaire elektronica ontwikkeld. De beginselen hiervan echter komen overeen met die van de algemeen technische elektronica.
De gehele reactorinstallatie, in het bijzonder het reactordrukvat met al zijn leidingen, wordt door omvangrijke beveiligingssystemen bewaakt. De zogenaamde reactorbescherming is een bestanddeel van deze beveiligingssystemen; deze omvatten het volautomatisch sluiten van ventielen, tot aan aarbevingsbestendigheid toe. Zo nodig worden automatisch de juiste veiligheidsmaatregelen genomen. De belangrijkste beveiligingssystemen van een kerncentrale zijn:

- noodstop systeem voor de reactor
- nood- en nakoelsystemen
- doordringingsalarmsysteem (leidingen die de reactorwand doorkruisen)
- noodstroomsysteem (dieselaggregaten)

Het gehele reactorbeveiligingssysteem is zo uitgevoerd, dat in geval van produktiestoring direct overeenkomstige tegenmaatregelen worden genomen.
Bijvoorbeeld er ontstaat een breuk in een koelwaterleiding onder de reactorbeveiliging. Bij deze aangenomen storing zou de vulstand van de reactorkoelvloeistof in het drukvat dalen. Het reactorbeveiligingssysteem meet in dit geval de vulstand en de druk in het reactorvat. In het geval dat de vulstand onder een toelaatbaar peil is gezakt, worden er signalen gegeven aan het beveiligingssysteem: de noodkoelpompen worden ingeschakeld, de reactor wordt uitgeschakeld (noodstop), de noodstroominstallatie wordt gestart enz. Al deze handelingen worden automatisch verricht; daarbij worden aan de betrouwbaarheid van de beveiligingssystemen de hoogste eisen gesteld. Deze meervoudige uitvoeringen van de gezamelijke meet- en regelelektronica, wordt bereikt door complexe elektronische-schakelingen.
De reactorbeveiligingsinstallatie is derhalve in drievoud en op belangrijke plaatsen zelfs in viervoud aanwezig. Dit is geen onnodige overdrijving, maar bittere noodzaak voor een veilig reactorgebruik.
Zo wordt in het hierboven genoemde voorbeeld een storing in de reactorvulstand drievoudig gemeten. Aanvullend gaat men van de mogelijkheid uit dat het hier om een "uitlegfout" gaat. Zo neemt men bijvoorbeeld aan, dat het vloeistofpeil bij genoemde storing, fout of te langzaam werd gemeten. Daarom wordt de druk in het reactorvat bepaald en bij de meetgegevens inbegrepen. Na meting van de storingssignalen, worden deze vergeleken met de grenswaarden.
Grenswaarden zijn vast gelegde schakelpunten, waarvan bij het bereiken hiervan, bijvoorbeeld een deel van de installatie zelfstandig wordt uitgeschakeld.
Om te voorkomen dat niet bij iedere storing onnodig veel uitschakelingen optreden (in het bijzonder oneconomische reactorstilleggingen) is na de meetdetectoren en grenswaarde bepalers een logica systeem geschakeld (EN-, OF schakelingen). Daar worden in ons voorbeeld de drie signalen van de drukmeting en de drie signalen van de vulstandmeting (meervoudige uitvoering) verwerkt. Bij de drievoudig gemeten grootheden wordt normaal gesproken het 2 van de 3 principe gebruikt. Dat betekent: de reactor wordt dan pas uitgeschakeld, als minstens twee van de drie drukschakelaars signaal geven en daarmee een te hoge druk aantonen. Een defecte meetdetector alleen kan op deze manier de reactor nog niet buiten werking stellen. Deze schakeling is zeer betrouwbaar want beide andere meetdetectoren (of zelfs drie andere) zullen bij een defecte meetdetector toch uitschakelsignalen kunnen geven. De beveiligingselektronica is dus minstens driedubbel uitgevoerd en daarbij nog volkomen gescheiden opgesteld. Zo zou de beveiligingsautomatiek zelfs nog werken bij het neerstorten van een vliegtuig op de kerncentrale. Indien het toch tot een hoogst onwaarschijnlijke totale uitval van het drievoudige elektronische systeem zou komen - die vaak nog door een vierde, in een bunker, wordt ondersteund - wordt direct de gehele reactorinstallatie stilgelegd.

Meer dan 1000 meetdetectoren rondom de reactor

In het reactorgebied is niets, dat niet meermalen en volledig onafhankelijk wordt gemeten.
De controle van het stralingspeil in bedrijfsruimten is in de eerste plaats bedoeld als bescherming voor het personeel. Dezelfde metingen echter leveren ook informatie over eventuele lekken, hetgeen dan blijkt uit een verhoogde gamma-straling. Er zijn verschillende instrumenten waarmee men stralingen kan aantonen, zoals ionisatiekamers, Geiger-Müller telbuizen of halfgeleiderdetectoren. Bij laatstgenoemde type worden in een halfgeleiderkristal, door de radio-actieve straling, ladingsdragers vrijgemaakt, te weten "elektronen" en (positieve) "gaten".
Uit de neutronenstroom in de reactor kan men bepalen hoever de stuurstaven (neutronenvangers) dienen te worden ingebracht. Deze belangrijke meting is afgezien van bovengenoemde stralingsmetingen, uit veiligheidsoverwegingen viervoudig uitgevoerd en wordt ook volledig onafhankelijk geregistreerd. Zo wordt ook de vulstand van de zogenaamde condensatiekamer (een om de reactor gelegen reservoir) in viervoud gemeten.

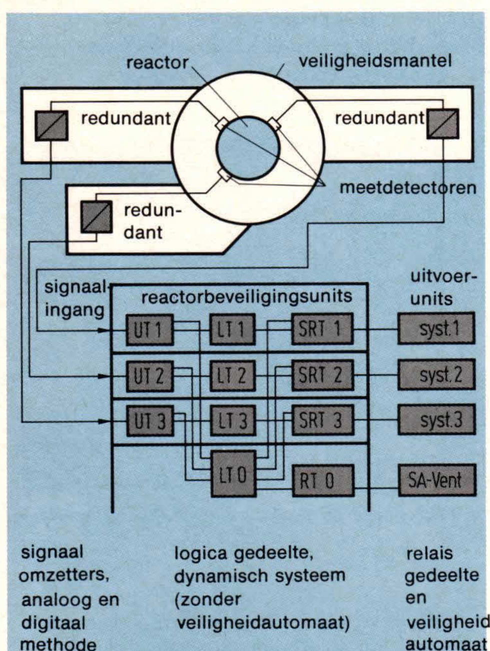
Dit, tot tweederde met water gevulde reservoir, neemt bijvoorbeeld het overschot aan stoom weg, indien naar buiten tredende stoomleidingen worden afgesloten.
Bij een breuk in een koelwaterleiding, wordt tevens uit dit vat water onttrokken om een goede koeling te kunnen waarborgen. De beslissing voor deze handelingen wordt volautomatisch genomen door het reactorbeveiligingssysteem. De schakeling is zo geconstrueerd dat menselijk ingrijpen voorrang heeft. Rond de 300 meetgrootheden, waarvan de belangrijkste viervoudig en de rest drievoudig zijn uitgevoerd, worden door de elektronica geregistreerd en beoordeeld. Het reactorbeveiligingssysteem bestaat in wezen uit:

- meetdetectoren, die de storingen ontdekken (analoge meetwaarde verzameling).
- het logicasysteem, dat de signalen verwerkt en grenswaarden incalqueerd.
- het regelsysteem, dat de handelingen van het beveiligingssysteem uitvoerd.

Ook hier komt tenslotte de digitale techniek om de hoek kijken

We hebben het reactorbeveiligingssysteem in drie groepen ingedeeld. Hoe dit in

principe werkt willen we duidelijk maken aan de hand van fig. 5.
Het centrale meetobject is de reactor met het veiligheidsreservoir. Hier bevinden zich de meervoudig uitgevoerde meetdetectoren. De verzameling van meetwaarden vindt plaats in drie afzonderlijke ruimten (redundant 1...3).
Direct na de verzameling van de meetwaarden worden deze waarden (stroompjes tussen 0 en 20 mA) in spanningssignalen tussen 0 en 10 V omgezet. Voor de verdere verwerking voor melding en registratie buiten het



Figuur 5 Principe van het gehele reactorbeveiligingssysteem: van de meetwaardebepaling bij de reactor tot aan de uitvoerunit, dat bij storingen tegenmaatregelen in het reactordeel neemt.

reactorbeveiligingssysteem – we zullen later nog terug komen op de controlekamer – worden de signalen op analoge wijze ontkoppeld, om eventuele fouten in de registratie niet te laten storen op de beveiligingselektronica.
De analoge spanningssignalen van de enkelvoudige meetkanalen worden in het analoge deel naar grenswaardemelders doorgegeven. Hier wordt bepaald, of de vulstand in de reactor of de circulatie van koelwater een grenswaarde heeft bereikt of dat deze meetwaarden nog in het tolerantiegebied liggen; zodat niets is aan te merken op het functioneren van de centrale. In de grenswaardemelder wordt door een operationele versterker de werkelijke meetwaarde en de vastgelegde referentiewaarde samengebracht. Aan de uitgang van de operationele versterker zijn nog vergelijkers geschakeld, die het verschil tussen meet- en referentiewaarde met overeenkomstige spanningen van de buurkanalen (meetdetectoren op andere plaatsen) vergelijken. Dit principe heeft de bedoeling de referentiespanning van de grenswaardemelder te controleren. Aan iedere grenswaardemelder is dus een vergelijker toegevoegd: op deze wijze is men ervan verzekerd dat alle fouten die van de meetdetectoren uitgaan, worden gemeld in het analoge deel zelf.
In het zogenaamde logicadeel van het reactorbeveiligingssysteem, worden door de elektronica veiligheidsmaatregelen genomen, wanneer aan meerdere EN- en OF schakelingen is voldaan.
Deze ketens (fig. 6) zijn magneetgeheugens, wier kernen een bijna rechthoekige magnetiseringslus bezitten. De signalen komen van de grenswaardemelders, die door de

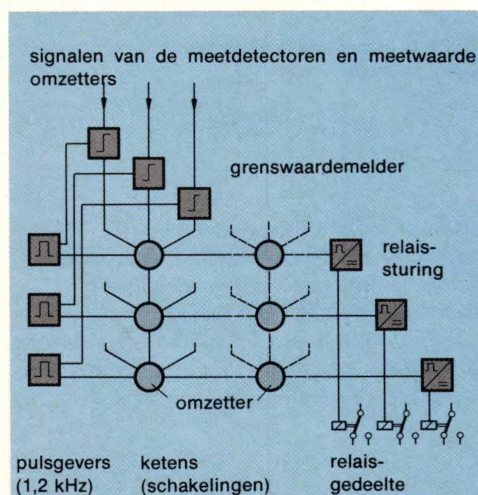


Fig. 6 Uitvoerunit, hier wordt elektronisch bepaald, of de reactor in geval van storing werkelijk dient te worden uitgeschakeld.

omzetters zijn ontkoppeld.
EN-schakelingen worden verkregen door het aaneenschakelen van ketens of contacten en OF-schakelingen door parallel schakelen. De pulsgevers produceren blokgolven en tasten hiermee de ketens af. Hierbij speelt de magnetisering resp. het demagnetiseren een belangrijke rol, waarop we echter niet verder in zullen gaan. De betrouwbaarheid van dit dynamische schakelsysteem met omzetters en slechts enkele bouwelementen, is wezenlijk groter dan die van een systeem met meerdere bouwelementen.
Fig. 7 toont een deel van de logische schakeling van signalen afkomstig van de grenswaardemelders. Bij enkele storingen moeten aan meerdere voorwaarden worden voldaan, voordat het uiteindelijk tot een stillegging van de reactor komt. Voordien kunnen echter ook nog tegenmaatregelen worden genomen, die dit stilleggen overbodig maken.
Hierbij bepalen de grenswaardemelders de overschrijding van de tolerantiegrens van een meetwaarde en de logische schakelingen "sorteren", hoeveel storingen er tegelijk binnen moeten komen, voordat tegenmaatregelen dienen te worden genomen.
In fig. 6 is rechts nog het relaisgedeelte te zien. Dit deel vormt de verbinding tussen de stuurelektronica, de ventielen en motoren die noodzakelijk zijn voor het afsluiten of stilleggen van bepaalde gedeelten van de reactorinstallatie.
Ten dele zijn in de machine technische systemen "armaturen" aanwezig, die door een reactorbeveiligings uitgangssignaal door het relaisdeel worden gesloten, en die door een tweede reactorbeveiligings uitgangssignaal in geval van een volgende

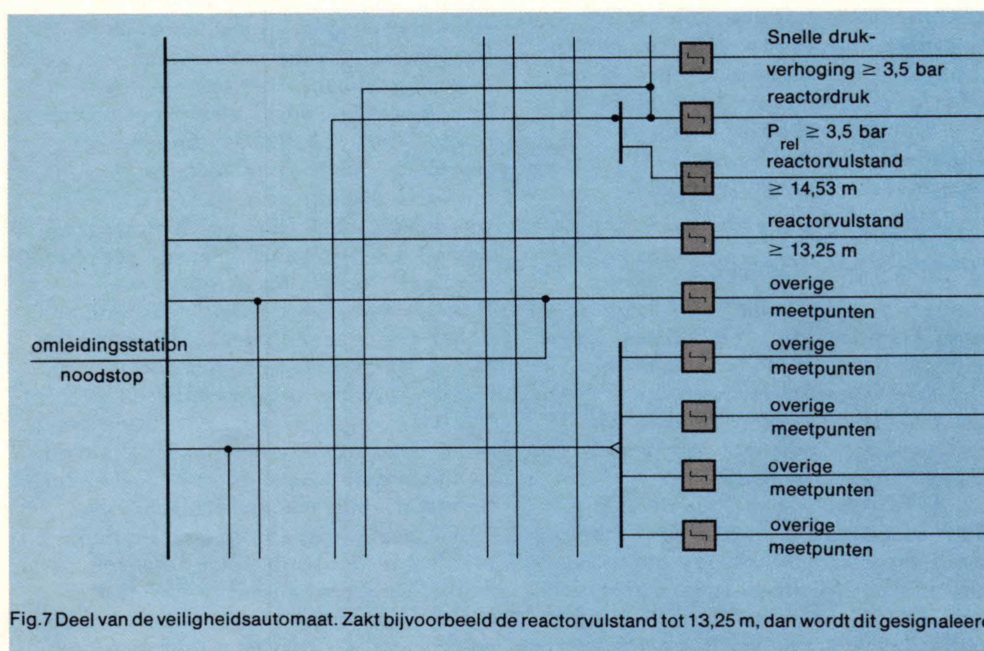


Fig.7 Deel van de veiligheidsautomaat. Zakt bijvoorbeeld de reactorvulstand tot 13,25 m, dan wordt dit gesignaleerd.

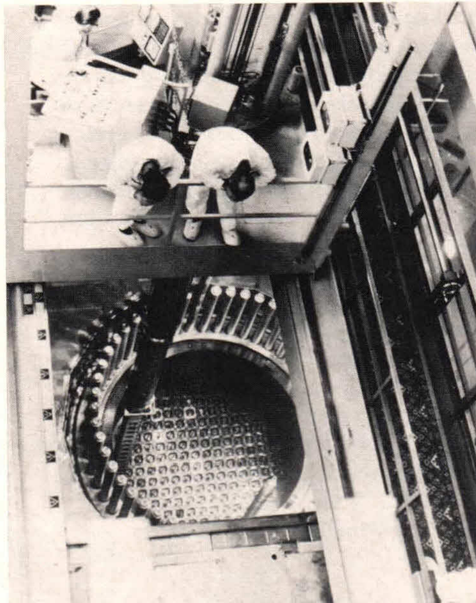
overtreffende storing weer dienen te worden aangesloten. Ten behoeve hiervan is een logische schakeling ingebouwd. De navolgende veiligheidsautomaat beslist nu over de volgende toestanden:
- stilleggen
- hand- of automatische besturing
- controleren
Dat ziet er allemaal wat pompeus uit. Toch is men er in de reactor-beveiligings-elektronica op uit, mogelijk eenvoudige, doorzichtige systemen te ontwerpen. Geraffineerde kunstige schakelingen zijn op dit gebied uit den boze. Dit houdt automatisch een minimum aan bouwdélen in. "Wanneer er bij ons een koppelcondensator wordt gebruikt, dan is deze werkelijk noodzakelijk, anders wordt deze weggelaten", aldus een deskundige op het gebied van nucleaire elektronica.

Wat gebeurt er, als de reactor een noodstop moet maken?

Bij een ernstige storing, die met alle mogelijke tegenmaatregelen niet kan worden verholpen en het exploderen van de reactor ten gevolge zou kunnen hebben, wordt automatisch de reactor noodstopinrichting in werking gesteld. Voordien werden meerdere grenswaarden overschreden en door de automaat werd besloten om tot het stilleggen van de reactor over te gaan. In geval van een warmwaterreactor, worden na het noodsignaal van de automaat de 149 stuurstaven (zie fig. 2) in de uiterste eindpositie gebracht. Dat kan gebeuren door de motoren die normaal de stuurstaven manoeuvreren, of als het sneller moet, kan dit ook met behulp van onder hoge druk staand water, dat voortdurend aanwezig is en de staven tussen de brandstofelementen kan schieten. Dit geheel loopt volgens een vast patroon. Alleen door een sleutelschakelaar in de controlekamer kan dit worden verhinderd. Bij een drukwaterreactor vallen de stuurstaven onder invloed van de zwaartekracht terug in de reactor.

Opstarten van de reactor

Wanneer de storing, die een stillegging noodzakelijk maakte is verholpen, – of na het verwisselen van de brandstofstaven (afb. 8) – neemt een microprocessor besturings-systeem de gecontroleerde positionering van de stuurstaven waar. Uit de gegevens van de neutronen stroomdichtheid (schrijver in de controlekamer), kan men aflezen wanneer de reactor met zekerheid kritisch is. De microprocessor bepaalt de verschillende posities van de stuurstaven, die een juist bedrijf waarborgen. De stuurstaven worden

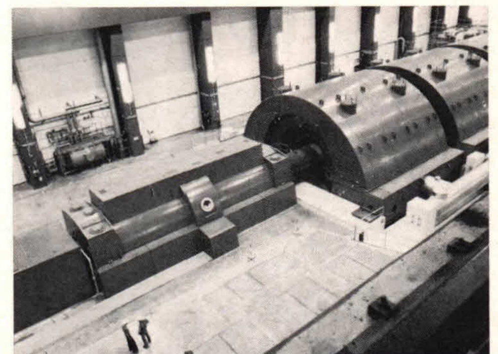


Afb. 8 Verwisselen van brandstofelementen in de kerncentrale te Stade

dan door bedieningspersoneel in de berekende posities gebracht. Afhankelijk van de begin-temperatuur bereikt de reactor na bepaalde tijd weer zijn volle vermogen. Wanneer deze bijvoorbeeld nog voldoende warm is, kan na enkele minuten de reactor al weer op vol vermogen draaien.

Deze hele rompslomp "alleen" voor een generator

Bij een rondleiding door de nog niet in gebruik genomen kerncentrale Isar bij Landshut (Duitsland) maakten de meterslange controlepanelen van de reactorbeveiligingsinstallatie met al z'n lampjes en meetinstrumenten een geweldige indruk. Hier ziet men in vereenvoudigde vorm alles wat er bij een reactor komt kijken. Daar zijn de resultaten van de verschillende meetdetectoren te zien, de vergelijkingsschakeling wordt aangegeven en de logische schakelingen zijn eenvoudig te volgen, zoals in fig. 7 is te zien. Natuurlijk knippert er nog niets omdat deze centrale nog op het startschot wacht. In een aangrenzende kamer bevindt zich een deel van het volledig zelfstandige reactorbeveiligingssysteem. Intussen weten we, dat meerdere beveiligingsinrichtingen zich in andere gedeelten van de centrale bevinden – allemaal onafhankelijk van elkaar, achter dikke muren en deuren. Men waant zich in de kelders van een bank. Overigens worden er vanuit de controlekamer ook zware testprogramma's voor het gehele systeem uitgevoerd. Met behulp van proefopstellingen kan met de elektronica een storing worden gesimuleerd. Hiermee controleert men of de stuurelektronica ook inderdaad alle maatregelen treft. Deze testen kunnen ook, voor het grootste gedeelte, tijdens het bedrijf worden uitgevoerd. Uiteraard geeft het controlepaneel ook de grootheden, die in iedere centrale worden bepaald: namelijk het eindprodukt, de grootte van het afgeleverde vermogen voor het landelijke net. Het hiervoor beschreven geheel moet er voor zorgen dat de rotor van de generator gaat draaien, een generator die overigens "klein" is ten opzichte van turbine en reactor (afb. 9). Het bedieningspersoneel in deze schakel- en bewakingscentrale kan ook nog



Afb. 9 Links naast de stoomturbine de "kleine" generator.

televisie kijken. Het "programma" bestaat weliswaar alleen uit wat beelden van de onmiddellijke nabijheid van de kerncentrale. Meerdere draaibare televisiecamera's tasten voortdurend het terrein af naar indringers; de getemde nucleaire energie noodzaakt tot deze maatregelen.
De bewakingsorganisatie voor kerncentrales bepaalt oneindig vele voorschriften. Er is geen produktietoestemming, wanneer deze bepalingen niet worden opgevolgd. Nieuwe verplichtingen en aanbevelingen vertragen bijvoorbeeld de ingebruikstelling van de bezichtigde kerncentrale. Het gehele reactorbeveiligingssysteem met zijn uiterst veilige elektronica draagt wezenlijk bij tot gevaar vrij gebruik van kerncentrales. Het werken met deze elektronica, voor de leek haast niet te begrijpen, zou in ieder geval de technici onder de betrokkenen gerust moeten kunnen stellen...

M. Heysinger
H. Kriebel

Waar en bij Wie?

Amersfoort

RADIO CENTRUM
Arnhemmerstraat 7A
Tel. 033 - 15772

Voor al uw elektronica, bouwdozen en componenten

Amsterdam

MUCO AMSTERDAM B.V.
Bilderdijkstraat 124
Tel. 020 - 183781

voorraadpunt van Amsterdam voor al uw componenten

REINAERT ELECTRONICS

Blasiusstraat 14 - 16
AMSTERDAM - OOST
Openingstijden:
maandag tot vrijdag 9 - 18 uur
donderdag 9 - 21 uur
tel. 020 - 94 72 18.
Uit voorraad leverbaar ca. 30.000 elektronische onderdelen, instrumenten, boeken, tijdschriften, enz.
Postorders onder rembours of bij vooruitbetaling.

RADIO ROTOR
Kinkerstraat 55
tel. 020 - 12 57 59

Voor al Uw onderdelen en meetapparatuur.

VALKENBERG
Kinkerstraat 208 - 222
tel. 020 - 184022
Amsterdamseweg 446
Amstelveen
Peperstraat 135 - 145
Zaandam
Ook voor postorders

Apeldoorn

putto

Mariastraat 24
Tel. 214106
Apeldoorn

Arnhem

TE KAAT
radio grammofoon
bandrecorders televisie
JANSBUITENSINGEL 2 -
TELEFOON 43 24 45 - ARNHEM

Breda

HOBBY ELECTRONICA
Boschstraat 24
tel. 076 - 13 18 66

Alles voor de elektronica-man

RADIOBEURS RHEE
Karnemelkstraat 10
tel. 076 - 133772

Alles voor de elektronica-man

Deventer

ELEKTRONIKA van Schoor
speciaalzaak in elektronische onderdelen, bouwpakketten, meetinstrumenten, printen, enz.
Raamstraat 28 tel: 05700 - 12760
DEVENTER

Dordrecht

ESKA-SHOP ELECTRONICS
Voorstraat 419 PB 999
Tel. 078 - 48757

Voor al uw electronica onderdelen

Enschede

ELECTRONICA VAN DER SANDE
Kleine Zaak Groot in Onderdelen
Amroh - Delcon - Philips - Amtron - EBF - Bouwpakketten - Enz.
Muiderkring - Kluwer
Techn. Boeken

Hengelosestraat 176 - 180
Tel. 053 - 350396

Gouda

RADIO SHACK ELEKTRONICA
Zeugstraat 34
tel. 01820 - 2 17 18

Speciaalzaak voor Gouda en omgeving

Hardenberg

RADIO ALFRING
Fortuinstraat 6
Tel. 05232 - 1261

Radio- en naaimachinehandel

Helmond

ADAM ELECTRONICA
Zuid Koninginnewal 58
Tel. 04920 - 35289

Hengelo (O)

HOBBY ELEKTRONIKA

HENNY SCHILDKAMP

elektronica - onderdelen - bouwpakketten

Weemenstraat 14
Tel 05400 - 1 32 68

Maastricht

DE REGENBOOG
Brusselsestraat 99
Tel. 043 - 12257

Speciaalzaak voor Maastricht en omgeving

Purmerend

ELECTRO DAALMEIJER
Peperstraat 11 - 15
tel. 02990 - 23912

Speciaalzaak voor Purmerend en omgeving

Rotterdam

BOOGERD-ELEKTRONIKA

onderdelen radio tv modelbouw

Hilledijk 190B - Rotterdam 25
Telefoon 010 - 840997
Postgiro 482074

EULER ELECTRONICS
Dorpsweg 66, (Charlois)
Tel. 010 - 81 42 57

Voor al uw Electronica onderdelen Communicatie apparatuur

BOOGERD-ELEKTRONIKA
onderdelen radio tv modelbouw

Hilledijk 190B - Rotterdam 25
Telefoon 010 - 840997
Postgiro 482074

Sittard



FRITS MEURIS

Markt 36 - tel. 04490 - 14115
Speciaalzaak voor Sittard en omgeving

Tilburg

RADIOBEURS

Gespecialiseerd in onderdelen en Stereo apparatuur
Tel. 013-421636 - 425629
Heuvelstraat 129 - Tilburg.

Utrecht

CENTRUM BV
Radio Electronica
Vinkenburgstraat 6
tel. 030 - 31 96 36
telex RELCV 40867

FA. KARSEN & ZN.
elektronika onderdelen en centrale technische dienst

Herenweg 35 - 37
Tel. 030 - 311336

Veenendaal

RADIO LAGERWEY
Prins Bernhardlaan 3
Tel. 08385 - 13271

Zierikzee

DISCO SOUND
Lange Nobelstraat 16
Tel. 01110 - 4090

Speciaalzaak voor audio, disco en onderdelen

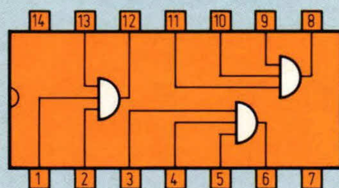
TTL-BOUWSTENEN

drie And-poorten met elk 3-ingangen

SN74LS11
SN54LS11

SN74S11
SN54S11

SN74H11
SN54H11

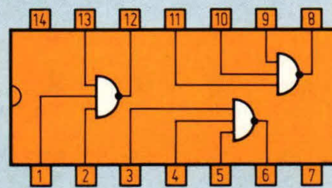


	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer		ja	ja		ja
impulsvertragingstijd		12 ns	4,75 ns		8,2 ns
opgenomenvermogen		12,75 mW	93 mW		120 mW

drie NAND-poorten met elk 3-ingangen

SN7410 SN74LS10
SN5410 SN54LS10
SN8410
SN74L10
SN74S10 SN54L10
SN54S10 SN84L10

SN74H10
SN54H10



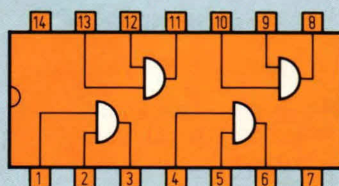
	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja	nee	ja
impulsvertragingstijd	10 ns	9,5 ns	3 ns	33 ns	6 ns
opgenomenvermogen	30 mW	6 mW	57 mW	3 mW	66 mW

vier AND poorten met elk 2-ingangen (oc)

SN7409
SN5409
SN8409

SN74S09
SN54S09

SN74LS09
SN54LS09

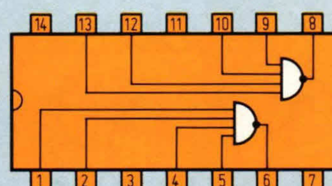


	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja		
max. uitgangspanning	5,5 V	5,5 V	5,5 V		
max. reststroom bij V max.	250 μA	100 μA	250 μA		
impulsvertragingstijd	18 ns	20 ns	6,5 ns		
opgenomenvermogen	75 mW	17 mW	125 mW		

twee NAND-poorten met elk 4-ingangen

SN7420 SN74LS20
SN5420 SN54LS20
SN8420
SN74L20
SN74S20 SN54L20
SN54S20 SN84L20

SN74H20
SN54H20



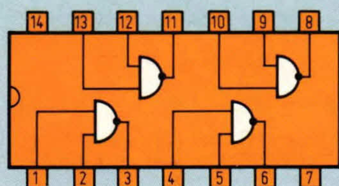
	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja	nee	ja
impulsvertragingstijd	10 ns	9,5 ns	3 ns	33 ns	6 ns
opgenomenvermogen	20 mW	4 mW	38 mW	2 mW	44 mW

vier NAND-vermogenspoorten met elk 2-ingangen (oc)

SN7438
SN5438
SN8438

SN74S38
SN54S38

SN74LS38
SN54LS38

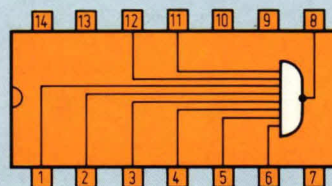


	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja		
max. uitgangspanning	5,5 V	5,5 V	5,5 V		
max. reststroom bij V max.	250 μA	250 μA	250 μA		
impulsvertragingstijd	13 ns	19 ns	7,5 ns		
opgenomenvermogen	190 mW	17 mW	165 mW		

NAND-poort met 8 ingangen

SN7430 SN74LS30
SN5430 SN54LS30
SN8430
SN74L30
SN74S30 SN54L30
SN54S30 SN84L30

SN74H30
SN54H30



	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja	nee	ja
impulsvertragingstijd	10 ns	17 ns	3 ns	33 ns	6 ns
opgenomenvermogen	10 mW	2 mW	19 mW	1 mW	22 mW

Capacitieve belasting

Da capacitieve belasting bij een TTL-schakeling mag niet groter zijn dan 100 pF, wil men althans van een correcte functie zijn verzekerd en een overbelasting voorkomen van de uitgangen door te grote laad- en ontlaadstromen. Zijn grotere condensatoren noodzakelijk voor de signaalvertraging, dan moet een voorschakelweerstand worden opgenomen. (R = 270 Ω voor de schottky familie SN54S/74S; R = 1 kΩ voor de low-power-schottky familie SN54LS:74LS)

Ingangdiodebegrenzers (Input Clamping Diode)

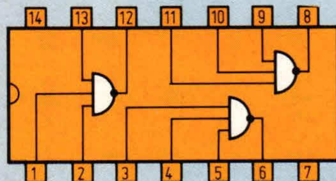
Praktisch alle TTL schakelingen met uitzondering van de schakeling van de low-power familie SN54L/74L, hebben aan de ingang begrenzings dioden, die bij reflecties in de leiding de negatieve spanning begrenzen en zo storingen in het logisch systeem voorkomen. Als beveiliging tegen negatieve inganspanningen mogen ze alleen maar worden gebruikt wanneer dit door een voorschakelweerstand is gewaarborgd, dat de maximaal toelaatbare ingangstroom (zie absolute grenswaarde) niet wordt overschreden.

Poortschakelingen II

drie NAND-poorten met elk 3-ingangen (oc)

SN7412
SN5412
SN8412

SN74LS12
SN54LS12

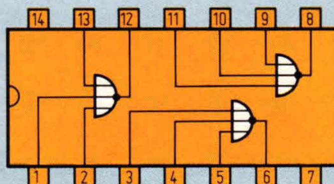


	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja			
max. uitgangspanning	5,5 V	5,5 V			
max. reststroom bij V max.	250 µA	100 µA			
impulsvertragingstijd	20 ns	16 ns			
opgenomenvermogen	30 mW	6 mW			

drie NOR-poorten met elk 3-ingangen

SN7427
SN5427
SN8427

SN74LS27
SN54LS27



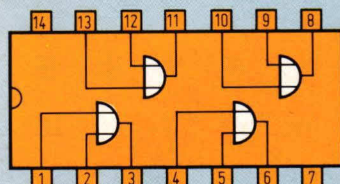
	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja			
impulsvertragingstijd	8,5 ns	10 ns			
opgenomenvermogen	66 mW	13,5 mW			

vier OR-poorten met elk 2-ingangen

SN7432
SN5432
SN8432

SN74LS32
SN54LS32

SN74S32
SN54S32

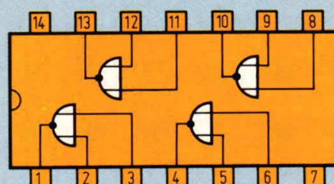


	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja		
impulsvertragingstijd	12 ns	12 ns	4 ns		
opgenomenvermogen	96 mW	20 mW	140 mW		

vier NOR-vermogenspoorten met elk 2-ingangen (oc)

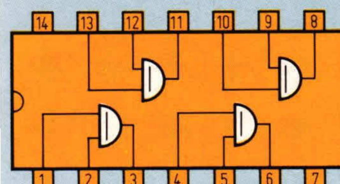
SN7433
SN5433
SN8433

SN74LS33
SN54LS33



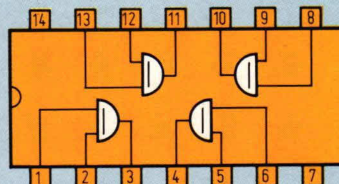
	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja			
max. uitgangspanning	5,5 V	5,5 V			
max. reststroom bij V max.	250 µA	250 µA			
impulsvertragingstijd	11 ns	19 ns			
opgenomenvermogen	110 mW	23 mW			

vier exclusieve OR-poorten met elk 2-ingangen



SN7486
SN5486
SN8486

SN74LS86
SN54LS86



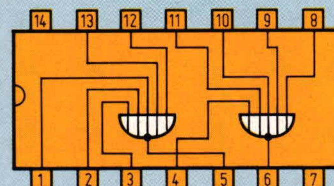
SN74S86
SN54S86

SN74L86
SN54L86
SN84L86

	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer	ja	ja	ja	nee	
impulsvertragingstijd	14 ns	10 ns	7 ns	55 ns	
opgenomenvermogen	150 mW	30 mW	250 mW	15 mW	

twee NOR-poorten met elk 5-ingangen

SN74S260
SN54S260



	Standard	Low Power Schottky	Schottky	Low Power	High Speed
ingangsdiodebegrenzer			ja		
impulsvertragingstijd			3,5 ns		
opgenomenvermogen			58 mW		

Afvlakken van de voedingspanning

Om de impedantie van de stroomvoorziening laag te houden, moet deze met condensatoren worden afgevlakt. Enerzijds moeten de condensatoren goede HF eigenschappen hebben, anderzijds moet de verlieshoek (tgδ) groot genoeg zijn, om de trillingskring voldoende te dempen, die wordt gevormd door de afvlakcondensatoren en de inductiviteit van de bedrading. Aanbevolen worden keramische condensatoren met een capaciteit van 1 µF tot 100 nF. Voor een optimale werking van de condensatoren is niet zo zeer de capaciteit dan wel korte bedrading maatgevend. Op elke 4 tot 6 geïntegreerde schakelingen neme men telkens één condensator. Bij systemen met schakelingen van de schottky-familie SN54S/74S neme men tweemaal zoveel condensatoren.

De aardleidingen (GND of massa leiding)

Deze moeten extreem laagohmig zijn en een lage inductiviteit hebben ter voorkoming van ontoelaatbare spanningsverliezen GND en VCC leidingen moeten een dikte hebben van minstens 2,5 mm, om de invloed van het skineffect zo laag mogelijk te houden. Voor printsporen met een breedte van 0,5 tot 1 mm kan een inductiviteit van L = 10 nH/cm aangehouden worden.

ELO

ELO-tjes

Gratis voor ELO-abonnees. Opgeven per brief aan redactie ELO, postbus 23, Deventer.
Aanbiedingen met een handelskarakter worden niet opgenomen.

Aangeboden

Philips experimenteerdoos EE 2003, gebouwde Philips 1kHz generator in kastje, gebouwde universele tester uit EH in kastje, 3W FM-zender in kastje, groot assortiment onderdelen. H. de Goede, Voorstraat 42, Stellendam, tel.: 01879 - 1891.

Gebouwde microcomputer MK 14, met netvoeding J.J.O. Hoebergen, Crocusstraat 2, Asten, tel.: 04936 - 1178.

3.12AU7A, DY87, EABC80, ECC85, ECH81, EF85, EF89, EL84, EL86, EZ80, 2.OA2, 5.PCF80, PCF 200, PCF201, PCF801, PCF802, PCH200, PCL82, PCL84, 2.PCL85, PL36, 83, 84, 500, 2.PY81, 2.UCC85, 8.UF80. *f* 0,75 per stuk, samen *f* 30,– N. Heuvelmans, Gemberstraat 9, 5632 SJ Eindhoven, tel.: 040 - 410230.

Fischertechnik mechanica elektronica en statica programma. Alles in goede staat. Prijs 29.000 Fr.. P.D. Hooghe, Acacialaan 27, 9140 zele, België.

3 W meetzendertje. G. Polder, Regentesselaan 58, 3905 GX Veenendaal. tel.: 08385 - 13483.

Versterker met boxen *f* 75,–, Kenwood versterker met boxen *f* 150,–, Lenco L70 draaitafel *f* 65,–, Heathkit oscilloscoop *f* 150,–, Solatron oscilloscoop met reserve onderdelen *f* 150,– AVO universele meter met tas MK4 *f* 35,– Philips RC-brug GM 4144 *f* 150,–
M. Drayer, Jozef Israëlskade 80-4, Amsterdam, tel.: 020-710882.

Z.g.a.n. 3 banden scanner Puma 1000 16 kan. en 16 kristallen met 2 binnen en 1 nieuwe GP4, buitenantenne voeding 220/12V. Prijs *f* 750,– Th. Smit, Beatrixstr. 40 7141 XW Groenlo, tel.: 05440 - 3468.

Sony wereldontvanger 13 banden, 1 jaar oud prijs *f* 990,– J.A. Blokhuis, Azalealaan 10, Hillegom.

Transistor ontsteking (Venemix) nieuwprijs *f* 74,95, nu *f* 55,– niet gebruikt. A. Luzius Bongerd 34, Spaubeek, tel.: 04493 - 3327.

Philips exp. dozen EE 2003 *f* 70,– EE 2004 *f* 50,– samen met de EE 2003 en EE 2008 *f* 500,–, Digit 5 zend. ex accu en stuurknuppel *f* 70,–, ontvanger met accu *f* 70,–, accu 2V/7,5 A *f* 15,–, elektr. Starter *f* 45,–, toert. v. vliegtuig, *f* 35,–, lader met V- en A-meter, accu *f* 55,– servo *f* 35,–, motor supertigre enz. HiFi verst. 2x50 *f* 250,–, C ten Hoope, Prins v. Oranjestraat 50,–, Wormer. tel.: 02982- - 4786.

Sar III, nagebouwd uit ELO tegen vriendschappelijk prijsje. Eef de Ferrante, Huygenslaan 16, Amersfoort, tel.: 033 - 17768.

AC-scoop, bandbreedte 10 MHz, gevoeligheid 25mV/div met voeding en ascessoires. Ruilen voor DC-scoop. A.J. v. Baarle, Franklinstraat 20, Den Haag tel.: na 5 uur 070 - 600740.

Gevraagd

Antenne-rotor met bedieningskastje. Eef de Ferrante Huygenslaan 16, Amersfoort, 033-17768.

Schema of copy van Heathkit Engine Analyser CM 1050. D. Vervaeck, Hoogstr. 12, 9880 Aalter België

Schema of copy van een 100 of 200 W transistoreindversterker. J.W. van der Wel, v. Polanenpark 83, 2241 SG Wassenaar.

Radiohuis ELL 80 en ECL 82. Pierre Catoul, Bruinbeekstraat 1, B 2820 Bonheiden, Belgie, tel.: 015-203846 na 6 uur.

Balans eindtrafo TU 10/5 voor een buizenversterker Davoli speciaal mod. DTE 1053 S. Rob v Engelshover Turnhoutseweg 17, 2340 Beerse België.

27MHz 2 kanaals zendontvanger (handsetje) G. Polder, Regentesselaan 58, 3905 GX Veenendaal, tel.: 08385 - 13483.

TTL-tellers

Wie eens een TTL-Databoek (bijv. "Pocket Guide") doorbladert, komt tot de ontdekking, dat de nummers van de TTL-schakelingen boven de "74600" uitkomen. Naar het schijnt zijn deze hoge nummers bij de elektronica liefhebbers nauwelijks bekend. Toch zijn daar een paar bouwstenen onder, die niet alleen voor industriële toepassingen zijn geeigend maar ook heel interessant zijn voor amateurs. Onder andere zijn er enige rekenelementen bij, die wij u hier graag voorstellen.

74290/74 LS290

Decimale teller, van binnen net zo als de bekende 7490. Het voordeel ligt in de genormaliseerde penbezetting namelijk pen 7 = massa, pen 14 = 5 V. Dit voorkomt verwarring en de bedrading wordt eenvoudiger (fig. 1).

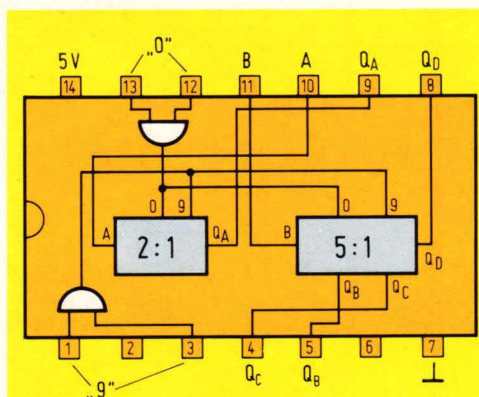


Fig. 1 74290/74 LS290. De teller wordt op 9 (HLLH) gezet, als pen 1 en pen 3 H zijn, onafhankelijk van alle andere pennen. De teller wordt op 0 (LLLL) teruggezet, wanneer pen 12 en 13 H zijn en wanneer minstens één van de beide "9"-ingangen op L staat. De teller telt (negatief flankgetriggerd), wanneer minstens een van de twee "0"-ingangen en minstens één van de beide "9"-ingangen op L ligt. Bij gebruik als tiendeler worden de pennen 9 en 11 doorverbonden.

74293/74 LS293

4-bit-binaire teller als 7493 ook met pen 7 = massa, pen 14 = + 5 V. Voordelen als bij '290 (fig. 2).

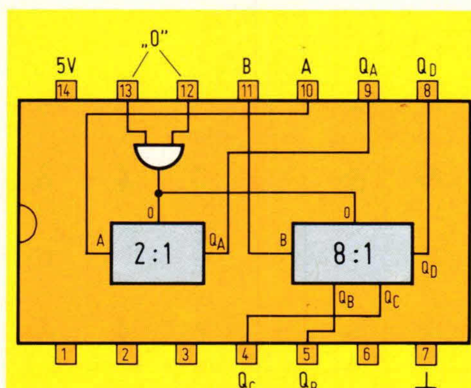


Fig. 2 74293/74 LS293. De teller wordt op 0 gezet (LLLL) wanneer beide "0"-ingangen pen 12 en 13 H zijn. De teller telt, wanneer minstens één van de twee "0"-ingangen op L ligt. Bij normaal gebruik als 4-bit-binaire teller worden pen 9 en 11 doorverbonden.

74390

Twee decimale tellers in één 16 pens behuizing.
Bij langere delerreeksen kan men daarmee veel plaats op de print en veel bedradingswerk besparen. Zoals bij de 7490 is elke teller gescheiden in een tweedeler en een vijfdeler, in serie geschakeld vormen zij een tiendeler. Met een tweede teller erbij kan worden gedeeld door 2, 4, 5, 10, 20, 25, 50 en 100.
Elk van beide tellers heeft een resetingang waarmee hij op nul kan worden gezet. Een ingang om hem op 9 te zetten, zoals bij de 7490, is niet voorhanden (fig. 3).

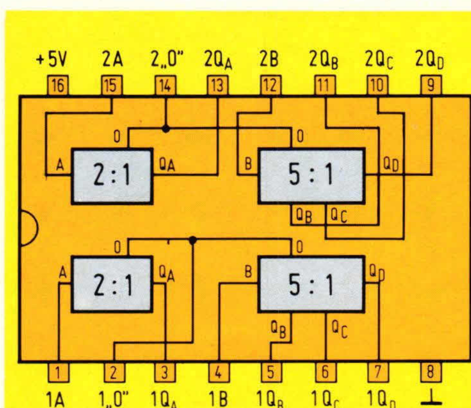


Fig. 3 74390. Een H-signaal op pen 2 of 14 zet de teller op 0 (LLLL). Geteld wordt, indien pen 2 resp. 14 L zijn. Bij normaal gebruik als decimale teller zijn pen 3 en 4 alsook 12 en 13 doorverbonden.

74393

Twee 4-bit-binaire tellers in een 14 pens behuizing. De schakeling lijkt op die in de 7493. Uitvoerbaar zijn delingen door 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 en 256 (fig. 4).

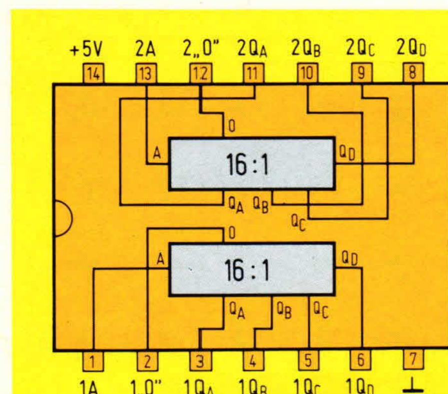


Fig. 4 74393. Een H-signaal op pen 2 of 12 zet de teller op 0 (LLLL). Geteld wordt bij pen 2 resp. 12 op L.

74490

Twee decimale tellers in één 16-pens behuizing. Deze schakeling is iets anders dan bij de 74390. De tellers zijn niet zo

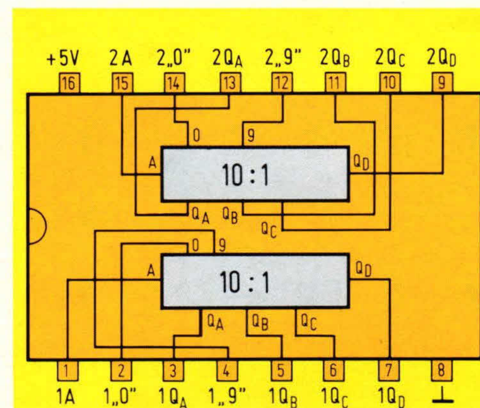


Fig. 5 74490. Een H-signaal op pen 4 of 12 zet de teller op 9 (HLLH), onafhankelijk van alle andere pennen.
Bij H op pen 2 of 14 en L op pen 4 of 12, springen de tellers op 0 (LLLL). Ze tellen bij L op pen 2 en 4 resp. 12 en 14.

gescheiden, dat andere delingen dan door 10 en door 100 mogelijk zijn. Hiervoor heeft iedere teller naast een reset-ingang nog een "zet op 9" ingang, waarmee hij op 9 kan worden gezet (fig. 5). Hierbij een paar voorbeelden:

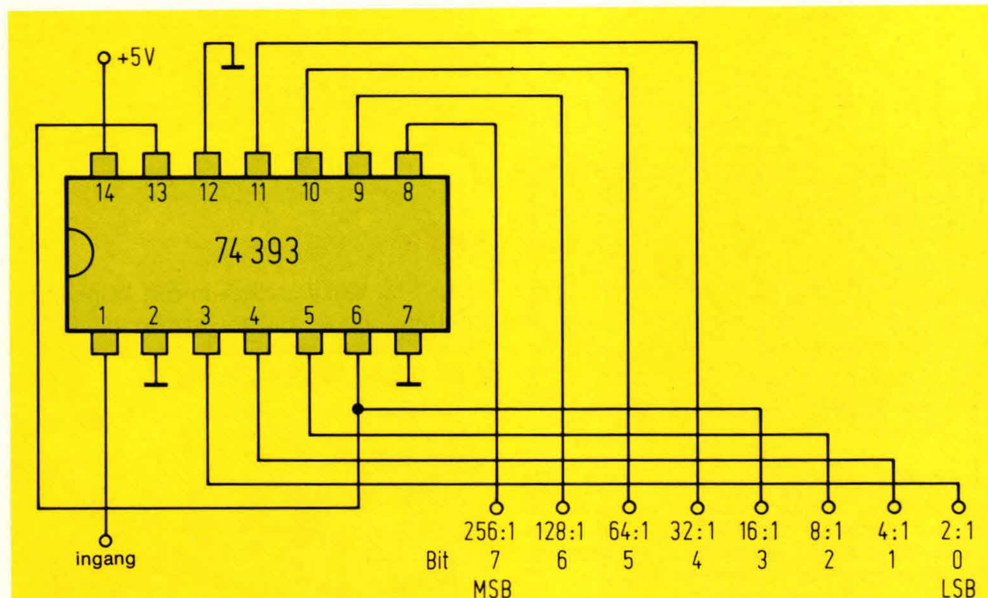


Fig. 6 Frequentiedeler 2:1...256:1, 8 bit-binaire teller.

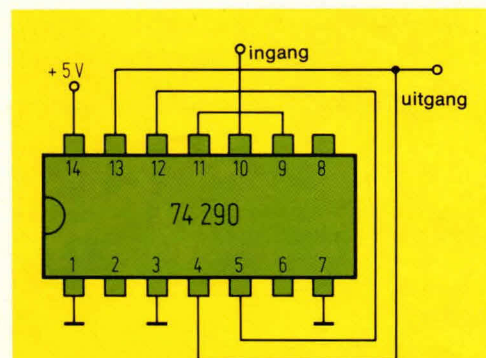


Fig. 7 Zesdeler. De uitgangen QB en QC zijn met de reset-ingangen verbonden. Vanaf 0 (LLLL) telt de teller eerst normaal verder tot 5 (LHLH). De volgende impuls schept gedurende een uiterst kort moment de tussenstand 6 (LHHL), die onmiddellijk de reset teweegbrengt. De volgende is dan ook:

LLLL 0
LLLH 1
LLHL 2
LLHH 3
LHLL 4
LHLH 5
LLLL 0

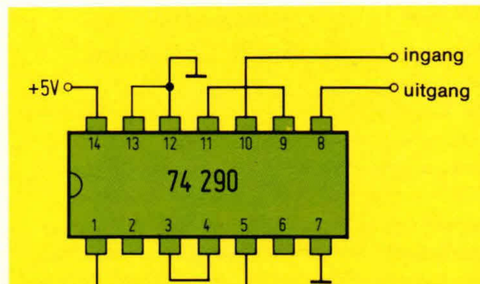


Fig. 8 Zevendeler. Hier zijn de uitgangen QB en QC met de twee "9"-ingangen verbonden. Staat de teller juist op 5 (LHLH), dan zou hij normaal gesproken bij de volgende impuls op de ingang op 6 (LHHL) springen. Maar QB en QC worden dan beide H en brengen de stand bliksemsnel op 9 (HLLH). De tellerstand 6 komt dan ook praktisch niet te voorschijn. Omdat ook nog over 7 (LHHH) en 8 (HLLL) wordt gesprongen is de verhouding tussen ingang A en uitgang QD als 7:1. Hier nog even de juiste volgorde:

LLLL 0
LLLH 1
LLHL 2
LLHH 3
LHLL 4
LHLH 5
HLLH 9
LLLL 0
enz.

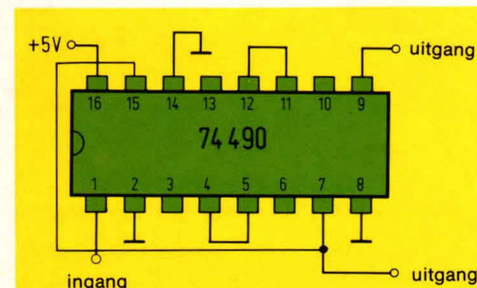


Fig. 9 Drie- en negenteller. Evenals in fig. 8 worden ook hier de "9"- ingangen gebruikt. De impuls die de teller anders op 2 (LLHL) zou plaatsen maakt hier een sprong naar 9 (HLLH). Met het rekenelement 74490 kunnen twee driedelers worden gebouwd, in serie geschakeld levert dit een negendeler op.

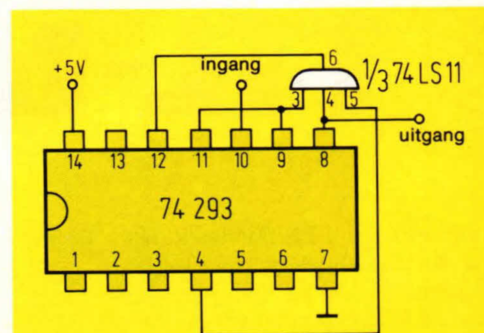


Fig. 10 Elfdeler. De uitgangen QA, QB en QD komen op een AND-poort 74LS11. De uitgang daarvan is met een resetingang van de teller verbonden. Zodra de tellerstand 11 (HLHH) is bereikt, komt de reset in werking.

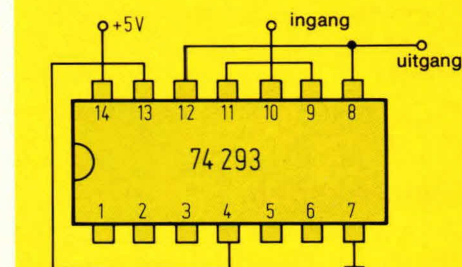


Fig 11 De twaalfdeler. De schakeling doet aan die van de zesdeler uit fig. 7 denken. De uitgangen QC en QD komen op de twee resetingangen, zodat de reset bij tellerstand 12 (HHLL) plaats vindt.

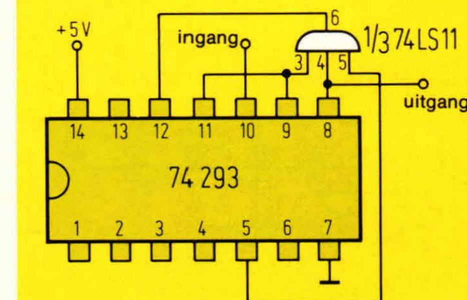


Fig. 12 De dertiendeler. De schakeling werkt volgens hetzelfde principe als in fig. 10 is aangegeven. Omdat de uitgangen QA, QC en QD op een AND-poort uitkomen, wordt een deling door dertien bereikt.

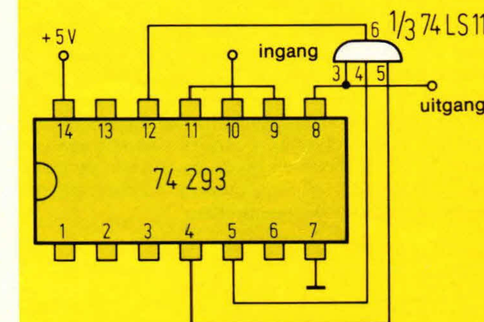


Fig. 13 De veertiendeler. Hierbij zijn de uitgangen QB, QC en QD naar een AND-poort geleid, zodat de teller bij 14 (HHHL) terugschakelt.

Helmuth Lemme

Netvoeding 5V/0,5A met geïntegreerde spanningsregelaar

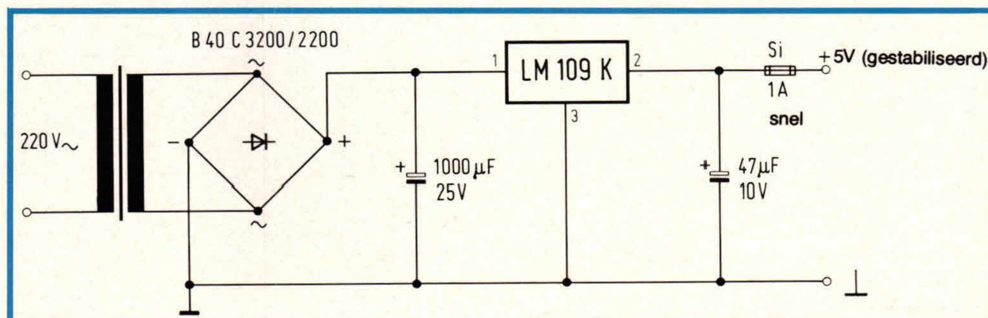


Fig. 1 Schakeling voor een 5V netvoeding met geïntegreerde spanningsregelaar

Wie bezig is met elektronica zal voor TTL-schakelingen vaak een stabiele spanningsbron van 5V nodig hebben. Niet alleen voor de zeer gecompliceerde uit de industrie afkomstige schakelingen, maar ook voor alle elektronische spelletjes, die tot nu toe in ELO zijn gepubliceerd. De gelegenheidsknutselaar zal zich wel een poosje kunnen behelpen met een platte 4,5V batterij, maar ook hij zal op een gegeven moment behoefte hebben aan een handzame 5V netvoeding, die altijd voor het grijpen staat en die precies 5V afgeeft. Zeker als men in het weekend aan het experimenteren is en de batterij raakt leeg, dan is dat niet direct bevorderlijk voor een goed humeur.

Zoals figuur 1 toont is het bovendien met de tegenwoordig verkrijgbare geïntegreerde spanningsregelaars erg eenvoudig om een kleine gestabiliseerde netvoeding op te bouwen. Kijkt men naar het inwendige schema van de spanningsregelaar (figuur 2) dan blijkt daar nogal wat in te zitten. Buiten de

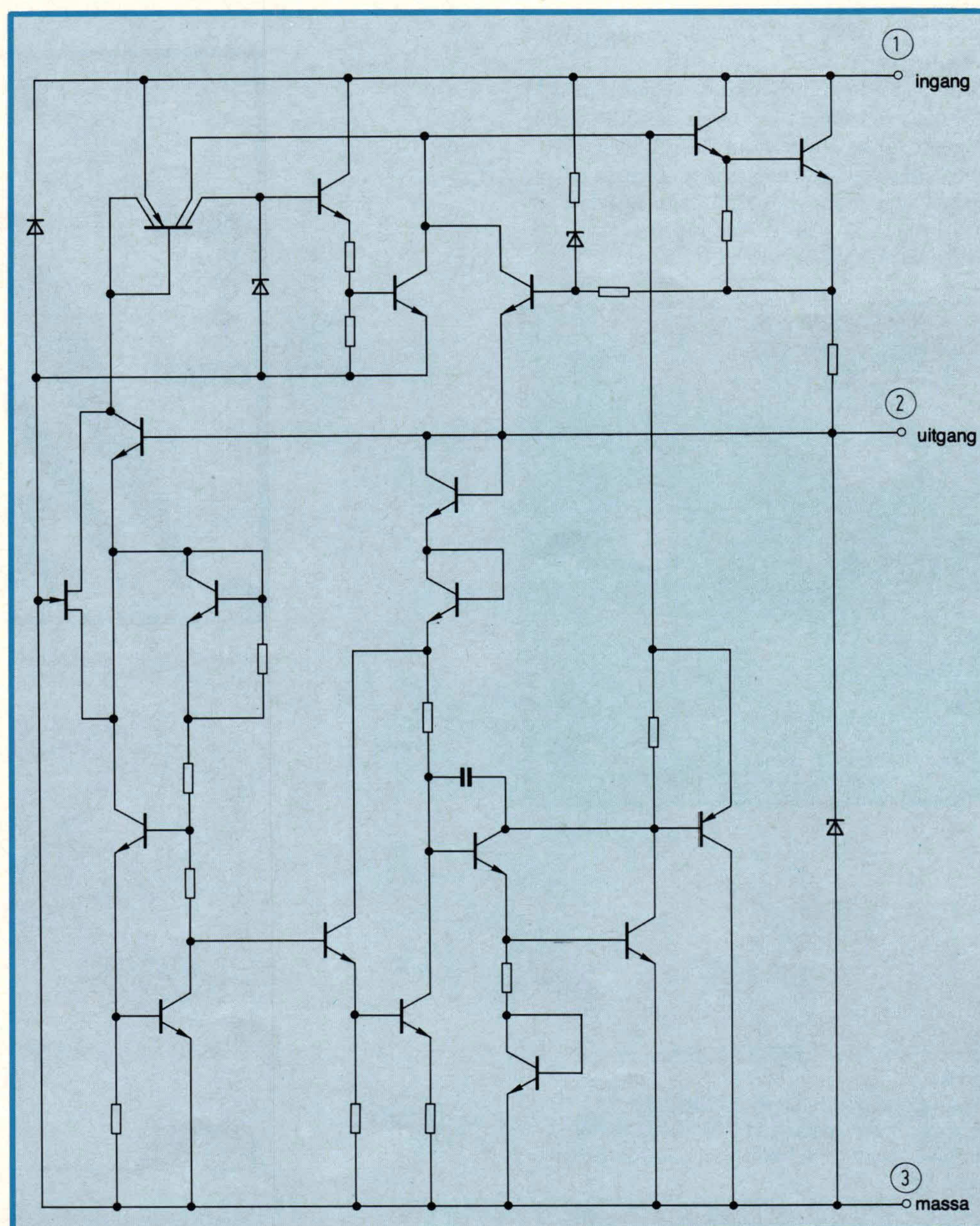


Fig. 2 Inwendig schema van de regelaar.

eigenlijke spanningsregeling zijn er nog een aantal beveiligingscircuits aanwezig:
1. thermische overbelastingsbeveiliging
2. elektronische kortsluitbeveiliging (met tijdelijke begrenzing)
3. overspanningsbeveiliging aan de uitgang door middel van een zener-diode.

Afhankelijk van de belasting wordt de regelaar geleverd in twee verschillende behuizingen (fig. 3). Het TO-3-type, dat ook in de proefschakeling werd gebruikt en dat in figuur 4 op de print is gemonteerd kan bij voldoende koeling maximaal 1A leveren. Alhoewel de regelaar is beschermd tegen een kortdurende kortsluiting moet er toch voor de uitgangsklem een snelle 1A miniatuur zekering worden ingebouwd.
Behalve tussen twee verschillende behuizingen kan ook nog onderscheid worden gemaakt tussen drie typen voor toepassing in de volgende temperatuurgebieden:
- 55°C tot 150°C LM 109 (de militaire versie)
- 25°C tot 85°C LM 209
0°C tot 125°C LM 309 (de commerciële versie)

Voor onze doeleinden voldoet het type LM 309 over het algemeen ruim aan alle eisen. Om ervoor te zorgen dat de regelaar niet wordt beschadigd mag er bij continu bedrijf niet meer dan 0,5A aan worden onttrokken, ook als het IC op een koelplaatje is gemonteerd.

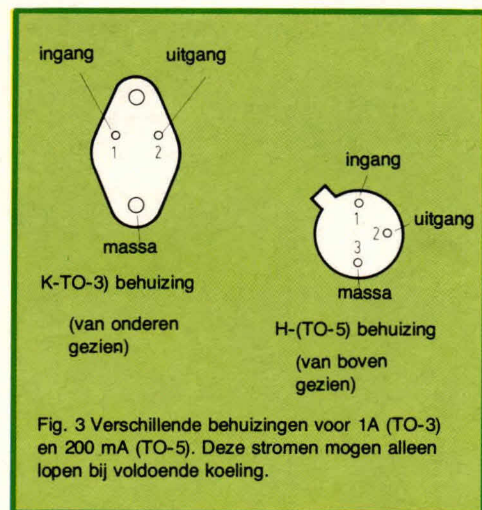
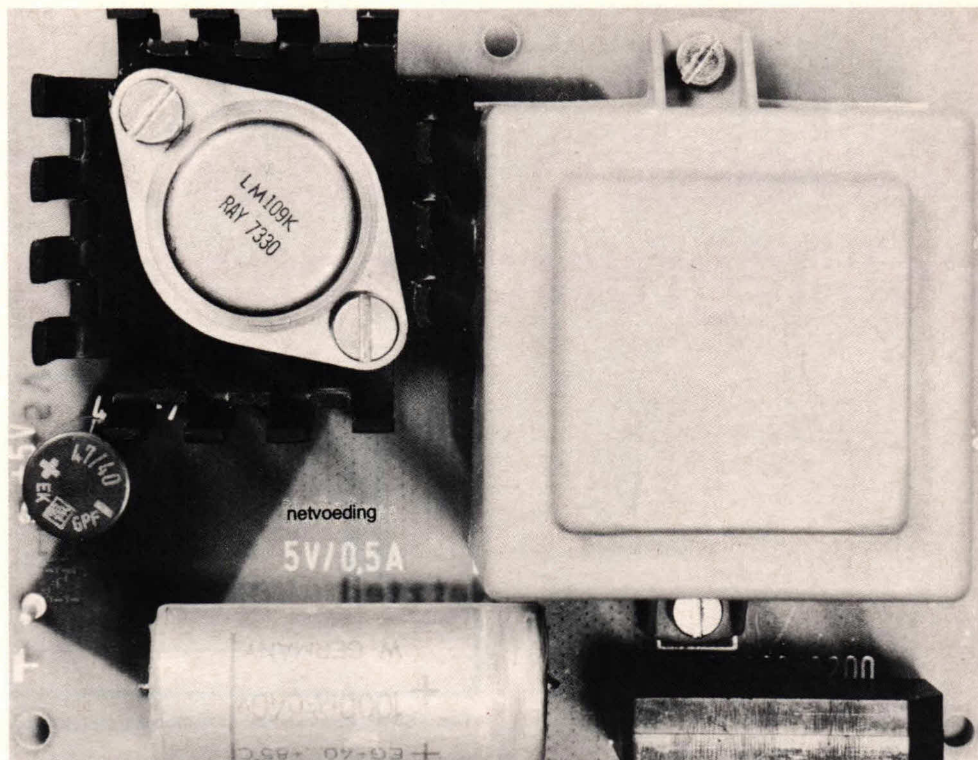
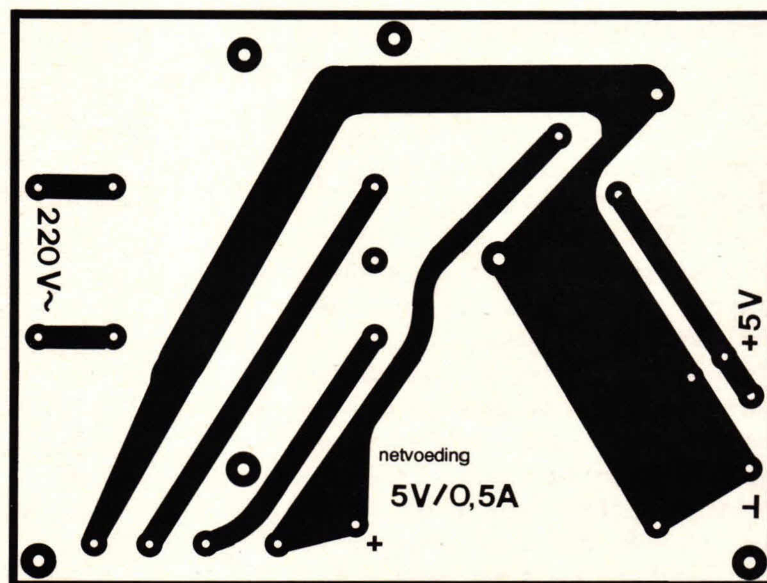


Fig. 3 Verschillende behuizingen voor 1A (TO-3) en 200 mA (TO-5). Deze stromen mogen alleen lopen bij voldoende koeling.

Stuklijst voor de 5V netvoeding:

1 transformator 220V/9V-0,45A voor printmontage
1 bruggelijkrichter B40/C3200-2200
1 spanningsregelaar LM 109 K of LM 309 K
1 koellichaam met koelvingers, bijvoorbeeld type K42
1 elco 1000µF/25V voor liggende montage
1 elco 47µF/10V voor staande montage.





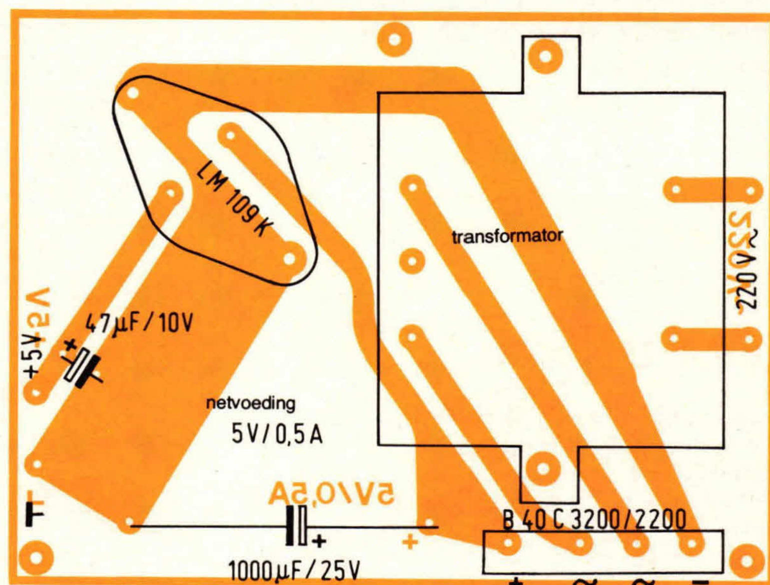


Fig. 4 Print voor de 5V voeding en montage schema

Fasevibrator

Vibrato is een modulatiemethode die wordt toegepast in de muziekwereld. Op de meeste muziekinstrumenten kan vibrato gemakkelijk door de muzikant worden opgewekt. Elektronische orgels maken gebruik van een vibrato die op een kunstmatige wijze wordt verkregen en het nadeel heeft meestal te gelden voor het hele orgel.
De hier beschreven fasevibrator heeft dit nadeel niet en is bovendien te gebruiken bij elke elektronische muziekinstallatie.

Afb. 1

Muzikale klanken worden vaak verrijkt door modulatie. Hieronder wordt dan verstaan dat de muziek op één of andere wijze wordt vervormd. Daarbij is het de bedoeling dat die vervorming ons aangenaam in de oren klinkt.
Een bekende manier om muziek te moduleren heet tremolo. Hierbij wordt de intensiteit (sterkte) van de muziek gevarieerd in een vrij langzaam ritme rond ca 6Hz. Afhankelijk van de soort modulatie, wordt over het algemeen een modulatiefrequentie tussen 0,6 Hz en 8 Hz als aangenaam ervaren. In plaats van het moduleren van de muziekintensiteit kan ook de frequentie worden gemoduleerd.

Deze muziekvervorming is wijd en zijd bekend geworden door de elektronische orgels. Op elk elektronisch orgel zit wel ergens een schakelaar waarmee de zogenaamde vibrato kan worden in- en uitgezet. Meestal is ook een regelaar aanwezig voor de vibratosterkte en vibratofrequentie. Met deze vibratoregelaars wordt frequentiemodulatie geregeld van de muziek die uit het orgel komt. Een nadeel daarbij is dat frequentiemodulatie plaats vindt van het complete orgelsignaal. Onder-, bovenmanuaal en pedaal hebben tegelijk dezelfde vibrato. In het begin klinkt dat vaak wel aardig, maar later begint het toch te vervelen. Vibrato is vaak alleen gewenst voor solo- of tegenstemmen. Dat lukt in de meeste elektronische orgels niet omdat de vibrato wordt toegevoegd aan de zogenaamde masteroscillator. Dit is de hoofdoscillator van het orgel van waaruit alle frequentiedelers worden gestuurd. Om in een orgel gescheiden vibrato te kunnen krijgen (op de manualen) worden soms twee hoofdoscillatoren (voor beide manualen) met gescheiden frequentiedeler-circuits toegepast. Dat is een dure methode. Er bestaat echter een manier om een soort frequentiemodulatie te krijgen waarbij het effect pas ontstaat in de versterkercircuits. Deze modulatievorm heet fasevibrato. Hierbij wordt niet de amplitude, maar evenals bij frequentiemodulatie, de looptijd van de golfvorm gevarieerd.
Het voert te ver om uit te leggen wat nu eigenlijk het wezenlijke verschil is van frequentie- en fasemodulatie. Hoofdzaak is dat fasemodulatie muzikaal gezien ons meestal mooier in de oren klinkt. Dit komt enerzijds omdat de fasevibrato een duidelijker accent geeft. Verder leent fasevibrato zich er voor om gemakkelijk in een gedeeld frequentiespectrum te worden toegepast. Zo kan de fasemodulatie zo worden gekozen dat deze (bijvoorbeeld) alleen plaatst vindt in het muziekfrequentiebereik tussen 100Hz en 4kHz. Daarboven en onder vindt geen modulatie plaats.
Een dergelijke modulatieband laat zich (laagfrequent) minder gemakkelijk in de praktijk brengen met frequentiemodulatie.
De hier beschreven fasevibrator maakt gebruik van een effect waarbij slechts een gedeelte van de audioband kan worden gemoduleerd. De unit is universeel ontworpen en kan zowel bij zang (!) als muziekinstallaties worden toegepast. De laatste soort hoeft beslist niet alleen een elektronisch orgel te zijn.
Bij de fasevibrator zijn twee printen nodig. Op de ene print, die hier wordt besproken, zit de voeding met de modulatorstuurunit. In het volgende nummer van ELO wordt de tweede print besproken, waarop de eigenlijke modulator met in- en uitgangstrap wordt gebouwd.

Het blokschema

Fig. 1 geeft het blokschema van de complete fasevibrator. Een gestabiliseerde voeding verzorgd op alle punten de stroomvoorziening. Een dergelijke voeding is noodzakelijk omdat anders naast de fasevibratie ook nog de genoemde tremolo optreedt. Daardoor bestaat bovendien de kans dat er een zogenaamde superpositie plaats vindt van het te moduleren signaal

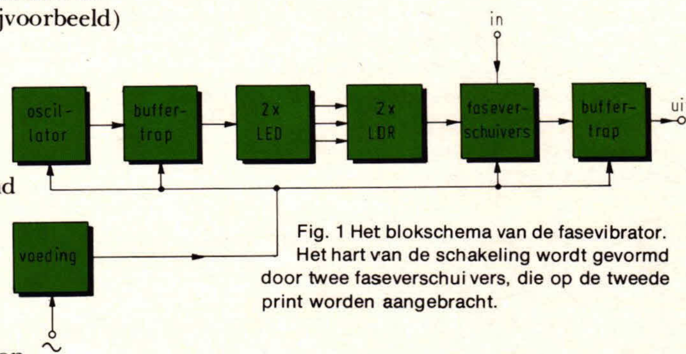


Fig. 1 Het blokschema van de fasevibrator. Het hart van de schakeling wordt gevormd door twee faseverschuivers, die op de tweede print worden aangebracht.

met de modulatiefrequentie. Dit laatste zou een erg hinderlijk effect kunnen geven in de luidsprekers. Door het toepassen van een spanningsstabilisatie met een zeer

laagohmige uitgang wordt dit hinderlijke effect vermeden.
In fig. 1 geeft de oscillator een sinusvormig signaal af in een zeer laag frequent ritme (rond 6 Hz). Om de oscillator te ontlasten wordt deze gevolgd door een buffertrap. De buffertrap stuurt twee lichtdioden LED's aan, waarvan de lichtintensiteit varieert in het ritme van de oscillatorfrequentie. De LED's zijn afzonderlijk gericht op twee lichtgevoelige weerstanden (LDR's). De LDR's zijn op hun beurt afzonderlijk ondergebracht in twee faseverschuivingscircuits. De uitgang daarvan stuurt een buffertrap, die tevens de uitgang van de schakeling vormt. Een muziek- of zangsignaal, dat wordt voorzien van een fasevibrato, doorloopt alleen de faseverschuivers en de buffer-uitgangstrap. Door toepassing van zogenaamde optische koppelingen (LED's met LDR's), wordt voorkomen dat naast de fasevibratie een ongezonde dosis andere vervorming ontstaat.

De oscillator

Voor het moduleren wordt een sinusvormige frequentie genomen, omdat anders een zogenaamd hakeffect in het muzieksignaal ontstaat. Daarbij is het de bedoeling dat de sinus zo min mogelijke harmonische vervorming heeft en er uit ziet zoals fig. 2 aangeeft. De oscillator die dit mogelijk maakt geeft fig. 3. Het betreft hier een zogenaamde RC-oscillator waarvan de belangrijkste eigenschappen zijn: een geringe vervorming en een redelijke frequentiestabiliteit. Transistor


Fig. 2 Een sinusgolfvorm wordt ook wel grondgolf genoemd, omdat een dergelijke golf vervormingsvrij is en geen enkele harmonische component bevat.

T1 vormt een versterkertrap waarvan de ruststroom is ingesteld met R3 en R4. Tussen de collector en de basis van T1 is een fasedraaiend netwerk aangebracht, dat bestaat uit C2, C3, C4, R5 en R6. Dit netwerk zorgt voor een fasedraaiing van 180°, waarbij een sinusgolfvorm precies de tegengestelde polariteit heeft. Ook versterkertrap T1 draait tussen basis en collector t.o.v. het ingangsignaal 180°.

Samen met het fasedraaiend netwerk komt dat neer op 180+180=360° fasedraaiing. Dit laatste houdt in dat de totale fasedraaiing van de schakeling van fig. 1 zo groot is, dat het rondgaande signaal tussen collector en basis precies weer "in fase" op het zelfde punt (de collector) verschijnt. Daarbij vindt, vanwege het fasedraaiend netwerk, een verzwakking plaats van

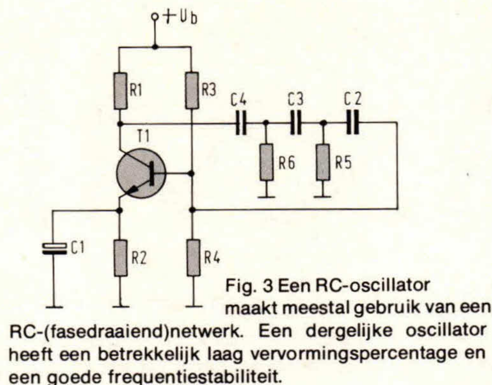


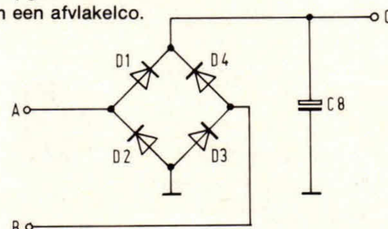
Fig. 3 Een RC-oscillator maakt meestal gebruik van een RC-(fasedraaiend)netwerk. Een dergelijke oscillator heeft een betrekkelijk laag vervormingspercentage en een goede frequentiestabiliteit.

signaal tussen collector en basis. Samen met de versterking T1 wordt er echter voor gezorgd, dat de rondgaande versterking precies één is (een oscilleervoorwaarde). Een geringe vervorming van de grondgolf (=sinus) zal de oscillator volgens fig. 3 altijd overhouden, omdat T1 niet exact is ingesteld. Dit is alleen mogelijk door in de emitterleiding nog een kleine weerstandswaarde aan te brengen die voor zowel wissel- als gelijkspanning geldt. Een dergelijke weerstand maakt echter een nauwkeurig gedefinieerde transistor noodzakelijk. Daarbij is bij de schakeling volgens fig. 3 de vervorming al zo klein dat dit in het zang- of muzieksignaal beslist niet is te horen.

De voeding

Om de fasevibrator universeel te kunnen toepassen is de schakeling voorzien van een zelfstandige voeding die met secundaire trafospanning (14 . . . 18 V) wordt aangestuurd. Het gelijk- en afvlakgedeelte van de voeding bestaat eenvoudig uit een bruggelijkrichter met elco (fig. 4). Voor de bruggelijkrichter zijn 4 afzonderlijke dioden toegepast, omdat een brugcel meestal om moeilijkheden vraagt, vanwege

Fig. 4 Het ongestabiliseerde voedingsgedeelte bestaat uit een bruggelijkrichter, die is opgebouwd met 4 dioden en een afvlakelco.



de vele soorten die op de markt zijn. De gevraagde uitvoering is meestal moeilijk te krijgen.... De ongestabiliseerde spanning, die de schakeling volgens fig. 4 levert, wordt aangeboden aan de schakeling volgens fig. 5. De punten C corresponderen.

In fig. 5 zorgt zenerdiode D5 voor spanningstabilisatie. In principe zou, vanwege de relatief geringe stroomopname van de complete fasevibrator, achter D5 een emittervolger T5 voldoende zijn. De voeding is dan echter niet laagohmig genoeg. Bij de fasevibrator is een vereiste dat op het voedingsignaal niets is terug te vinden van de oscillatorfrequentie, omdat deze dan ook zonder meer verschijnt op het uitgangsignaal. Daarom wordt in fig. 5 transistor T5 gevolgd door T4. T5 werkt min of meer als spanningversterker. Het collectorsignaal van T5 wordt aangeboden aan de basis van T4. Deze zal het signaal van T5 willen versterken. Stel dat de spanning op de basis van T5 wil toenemen.

Er gaat dan een grotere stroom lopen door de emitter en collector van T5. De collectorspanning van T5 neemt dan af, omdat de spanning over R10 toeneemt. Dit laatste heeft tot gevolg dat de basistroom

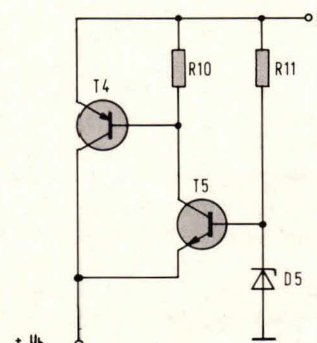
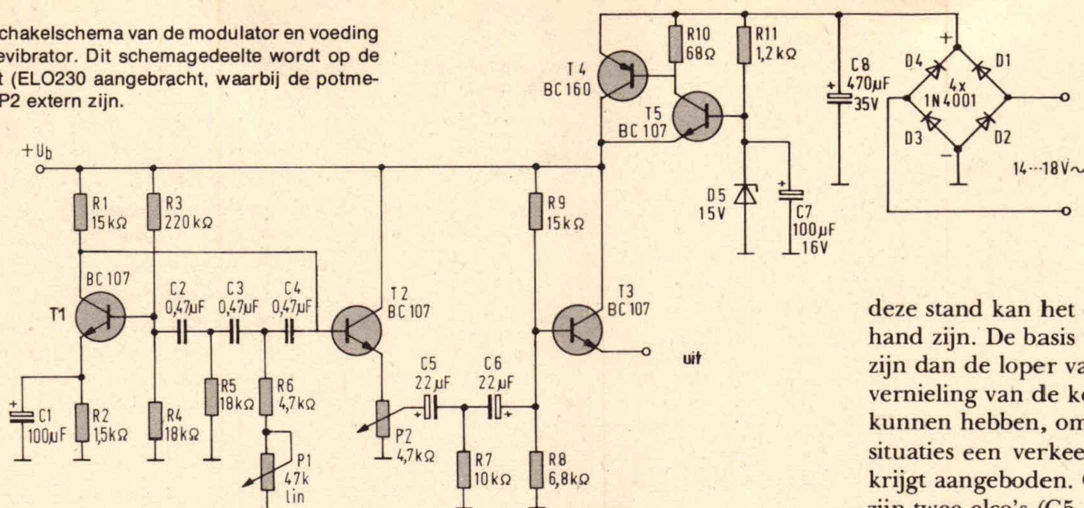


Fig. 5 Omdat een goed gestabiliseerde spanning en een laagohmige uitgang zijn vereist, wordt zenerdiode (D5) aangevuld met een zogenaamde superemittervolger.

van T4 toeneemt. Door de collector en emitter van T4, gaat nu een (veel) grotere stroom lopen. Deze stroom is de versterkingsfactor van T4 groter dan zijn basisstroom. Als nu op punt +Ub een belastingsweerstand (de schakeling) wordt gedacht, zal het duidelijk zijn dat de collectorstroomtoename van T4 een spanningstijging over de belastingsweerstand tot gevolg heeft. M.a.w.: een spanningstijging over D5 resulteert in een stijging van +Ub ten gevolge van de emitterwerking van T5 en de spanningversterking van T4. Immers de stroomversterking van T4 heeft een spanningversterking tot gevolg door de weerstand van de aanwezige schakeling. Eén en ander houdt in dat trap T4/T5 zorgt voor een onvervormde voedingspanning, die exact de spanning van D5 volgt. Zenerdiode D5 moet dus wel van goede kwaliteit zijn. Over het algemeen voldoet elke zenerdiode (15 V) met een maximum belastingsvermogen van 250mW goed.

Fig. 6 Het schakelschema van de modulator en voeding van de fasevibrator. Dit schemagedeelte wordt op de eerste print (ELO230 aangebracht, waarbij de potmeters P1 en P2 extern zijn.



De complete printschakeling

De hele schakeling die op de eerste print van de fasevibrator wordt aangebracht, geeft fig. 6. Transistor T1 vormt de RC-oscillator. De frequentie kan over een redelijk bereik met potmeter P1 worden ingesteld. Om de oscillatorfrequentie aan de bovenkant te begrenzen, is weerstand R6 aangebracht. Zonder deze weerstand zou op een bepaald punt de oscillator afslaan. Het sinusvormige uitgangsignaal van de oscillator wordt van de collector van T1 afgenomen. Via emittervolger T2, komt het op potmeter P2. Met deze potmeter kan de modulatiediepte worden ingesteld. Omdat met regelaar P2 een forse amplitude moet kunnen worden ingesteld, is tussen deze potmeter en T3 eigenlijk een bipolaire elco noodzakelijk. Immers boven een bepaalde potmeterstand kan de gelijkspanning op de loper van P2 hoger zijn dan die op de basis van T3. Onder deze stand kan het omgekeerde aan de hand zijn. De basis van T3 kan positiever zijn dan de loper van P2. Dit zou vernieling van de koppelelco tot gevolg kunnen hebben, omdat deze in bepaalde situaties een verkeerde spanningspolariteit krijgt aangeboden. Om dit te vermijden zijn twee elco's (C5 en C6) aangebracht. R7 zorgt ervoor dat de elco's met hun min zijde niet "zweven".
In fig. 6 is T3 noodzakelijk om de LEDS van de nodige stroom te voorzien. Deze LEDS zitten op de tweede print, bij de modulator.

Fig. 7 De lay-out voor de schakeling volgens fig. 6, gezien vanaf de soldeerzijde.

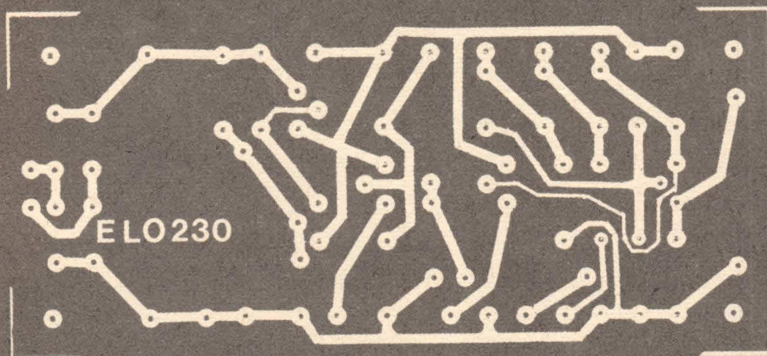
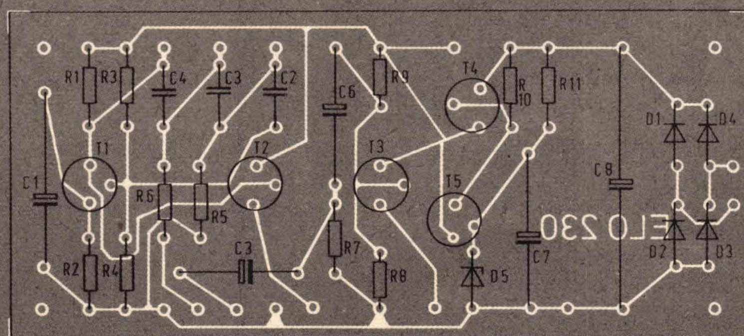


Fig. 8 De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 6 op de print van fig. 7. Let er bij de montage ook goed op dat de transistoren niet verdraaid komen te zitten.



De print

Fig. 7 geeft de lay-out voor de schakeling volgens fig. 6. De print is hier getekend vanaf de soldeerzijde en de schaal is 1:1. De componentenopstelling van de schakeling volgens fig. 6 op de print van fig. 7 geeft fig. 8. Ter verduidelijking van de bouw geeft afb. 1 de compleet gemonteerde print. Voor de elco's kunnen allemaal axiale typen worden genomen. Hierbij zit aan weerszijden van de ronde kokerbehuizing een aansluitdraad. Let bij de montage goed op de polariteit: de elco's zitten allemaal met de pluszijde naar boven of naar links gericht. In principe hoeft T4 niet te worden gekoeld. Komt de vibrator echter in een kleine behuizing te zitten waar relatief hoge temperaturen kunnen optreden, dan is het verstandig een klein koelsterretje aan te brengen. Voor T1, T2 en T3 kan vrijwel elk type NPN tansistor in zogenaamde low-power uitvoering worden gekozen. De versterkingsfactor moet echter minimaal 100 zijn. Een BC107, BC108 of BC109 voldoet altijd.

Neem voor T4 in geen geval een onduidelijk equivalent, omdat aan deze transistor specifieke eisen worden gesteld. Voor de vier bruggelijkrichtdioden mag in principe elk type worden gekozen dat 100mA kan verwerken en een sperspanning van 40V kan verdragen. In de 1N4000-serie voldoet o.a. een 1N4001, 1N4002, 1N4003 en 1N4004.

Externe aansluitingen

Fig. 10 geeft print ELO230 met alle externe aansluitingen. Op de punten 8 en

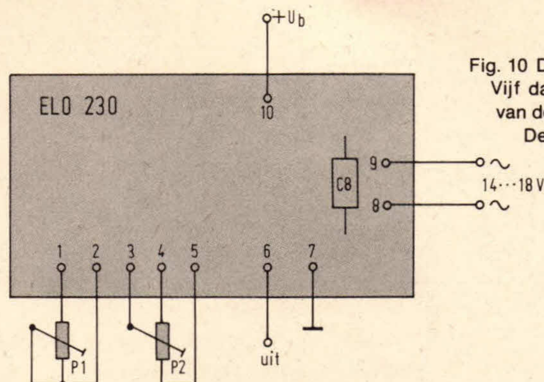


Fig. 10 De print heeft 10 externe aansluitpunten. Vijf daarvan zijn van de twee regelaars en twee van de voedingsingang.
De punten 6 en 10 zijn nodig om de tweede print te voeden.

componentenlijst bij fig. 6 en 8

weerstanden:

R1, R9 = 15 kΩ
R2 = 1,5 kΩ
R3 = 220 kΩ
R4, R5 = 18 kΩ
R6 = 4,7 kΩ
R7 = 10 kΩ
R8 = 6,8 kΩ
P1 = potmeter, 47 kΩ, lineair
P2 = potmeter, 4,7 kΩ, lineair

condensatoren:

C1, C7 = 100 μF/16V
C2, C3, C4 = 0,47 μF/MKM
C5, C6 = 22 μF/16V
C8 = 470 μF/35V

halfgeleiders:

T1, T2, T3, T5 = BC107A, BC107B, BC108A, BC108B, BC147
T4 = BC160, BC161
D1, D2, D3, D4 = 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004
D5 = zenerdiode, 15V/250mW. . . 400mW
Voor vervangende transistor typen zie ELO2-1979 blz. 24

overige componenten:

1 print ELO230
10 printpennen, 1 mm rond
1 trafo 220V/14 . . . 18V-100mA continu.

9 wordt een wisselspanning aangesloten van 14 á 18V. De trafo hoeft niet meer dan 100mA continu te kunnen leveren. Als de schakeling wordt ingebouwd bij een muziekinstrument of zanginstallatie en er is een gelijkspanning voorhanden, waarbij de min gemeenschappelijk is, dan kan met deze spanning worden gevoed. Daarvoor moeten echter twee voorwaarden worden gesteld. In de eerste plaats moet de gelijkspanning liggen tussen 19V en 25V en in de tweede plaats moet de extra stroom kunnen worden geleverd door de voeding van het andere apparaat.
In fig. 10 wordt potmeter P1 tussen de punten 1 en 2 aangesloten. P2 komt aan de punten 3, 4 en 5. Het heeft geen zin de potmeters op de print te monteren omdat deze toch vrijwel altijd op een front komen te zitten. Op punt 6 komt de modulatiespanning naar buiten. Dit punt wordt verbonden met de tweede print. Hetzelfde geldt voor de voedingspunten 7 en 10.

(Wordt vervolgd)

Daar zich bij het bouwen van het cassettedeck bij velen nogal wat problemen en moeilijkheden voordoen, willen we in dit artikel proberen enkele van de meest voorkomende moeilijkheden onder de loep te nemen en tevens enkele aan te bevelen verbeteringen en wijzigingen bespreken.

Het cassettedeck nader bekeken

Allereerst een opmerking betreffende de samenbouw van het loopwerk met de printen. Op de foto's die bij het artikel in ELO 6 1978 zijn afgedrukt, is de compacte bouwwijze te zien. Deze manier van samenbouw blijkt in de praktijk niet de meest handige. Daarom is nu voor een andere wijze van samenbouw gekozen, namelijk de weergeefprint naast het loopwerk. Het geheel werd op een plaat multiplex van 200 x 400 mm gemonteerd. Voor de dikte van de plaat namen we 12 mm, dit om de moeren voor de bevestiging te kunnen verzinken.

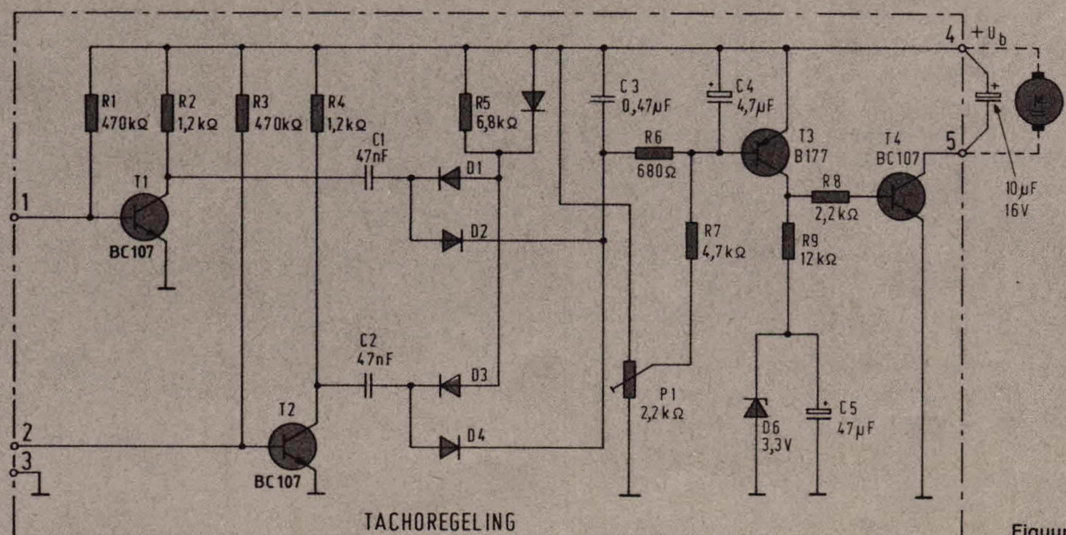
De nu verkregen opstelling vergemakkelijkt het meten aan de schakeling tijdens bedrijf. Tevens kunnen de VU-meters nu gemakkelijk een plaats vinden boven de weergeefprint, b.v. op een zuiltje, gemonteerd in het middelste 3 mm montagegat van de print.

Motor-tachoregeling

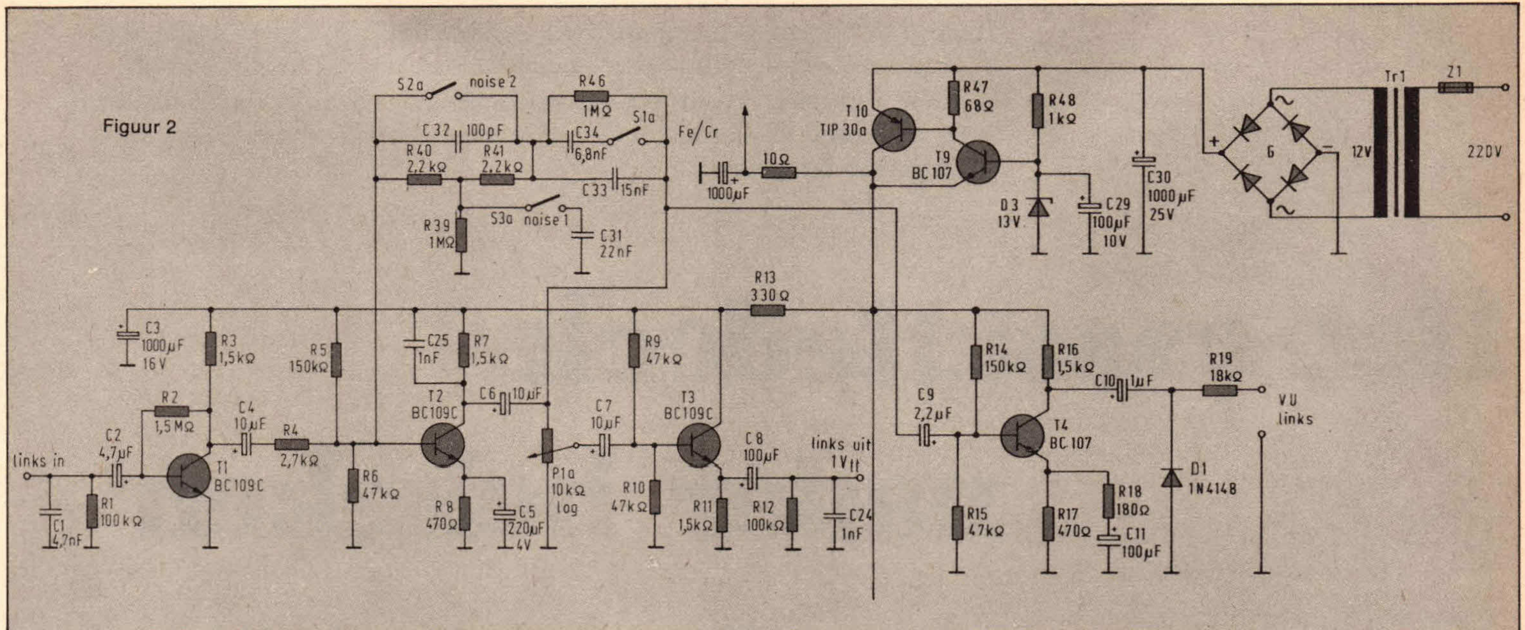
Tussen de print lay-out en het principeschema is een aanwijsbaar verschil, dat door een aantal lezers al werd opgemerkt. De geleverde print is correct, evenals de in ELO afgebeelde tekening van de lay-out. Het principeschema behoort eruit te zien als in fig. 1 is getekend.

De fout in het principeschema betrof de aansluiting van de instelweerstand P1. P1 dieht als potentiometer te zijn geschakeld. Om ongewenste stoorsignalen van de collector van de aandrijfmotor te elimineren dienen we over de aansluitpunten van de motor, (de punten 4 en 5 van de tachoprint) een condensator van 10 μF/16V te plaatsen (Zie tekening fig. 1).

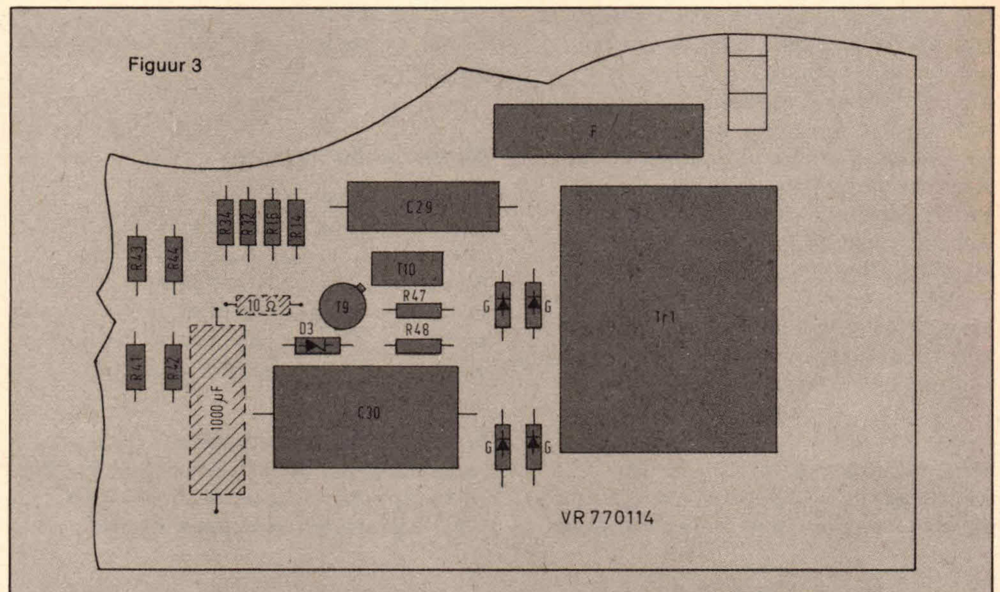
Om ongewenste geluiden bij het inschakelen van het cassettedeck te voorkomen en om eventuele tachostoorfrequenties van de hoofdvoeding af te houden, kunnen we het beste de tachoprint via een extra filter voeden. Dit filter, bestaande uit een weerstand van 10 Ω en een condensator van 1000 μF, kan met een beetje handigheid, op de print van de weergeefversterker - in de buurt van T9, T10 en C30 - nog wel een plaatsje vinden.



Figuur 1



Zie ter verduidelijking de tekeningen in fig. 2 en fig. 3.

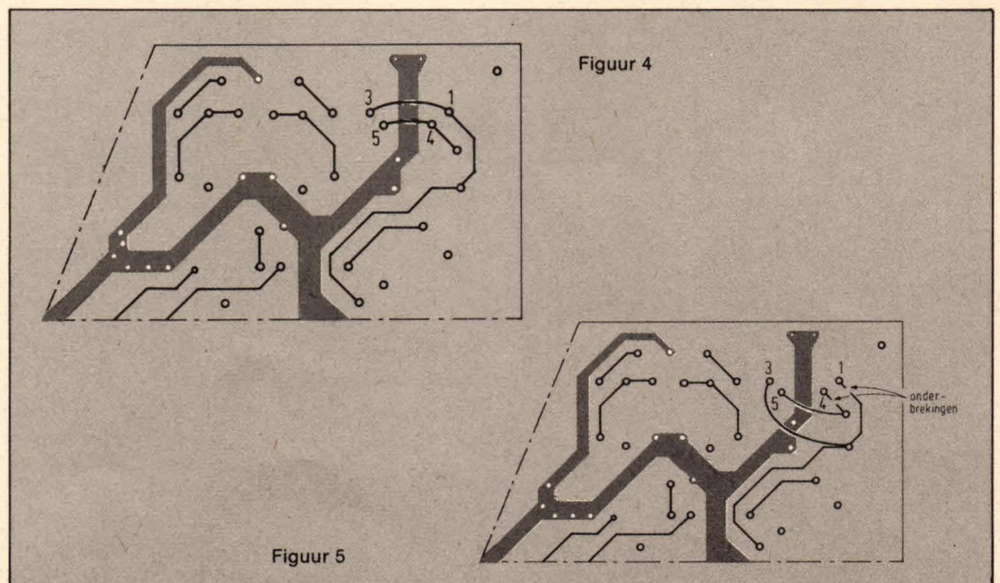


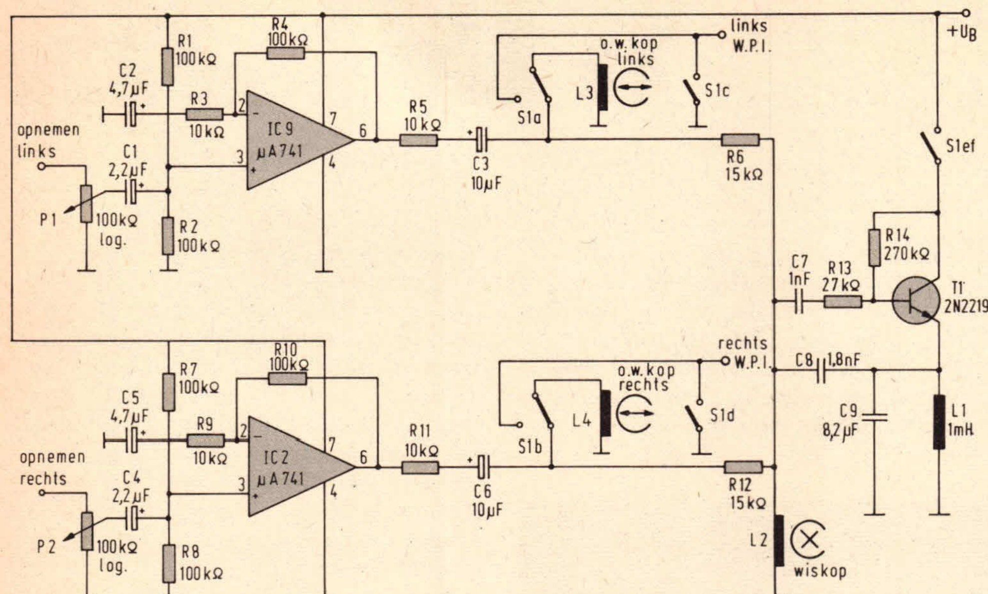
Weergeefversterker

Velen zagen graag het uitgangssignaalniveau wat hoger. Dit uitgangsniveau kan met ca. 35% worden verhoogd. Om het uitgangsniveau te verhogen, moet de waarde van R2 (en voor het andere kanaal R21) worden verkleind tot 560 kΩ. In plaats van de weerstanden te vervangen, kunnen we ook een weerstand van 1 MΩ parallel aan de aanwezige weerstanden plaatsen.
Een ander probleem dat zich voor kan doen is, dat de aansluitingen van de uitgangsplug niet in overeenstemming is met die van de aan te sluiten apparatuur.

Als men het cassettedeck alleen maar wil toepassen voor afspeeldoeleinden is het voldoende en ook het eenvoudigst, om de aansluitingen achter op de print door te verbinden. (zie tekening fig. 4).
Willen we graag het opnemen en weergeven via dezelfde plug laten lopen om gebruik te kunnen maken van een opneem/weergeefsnoer, dan kunnen we, indien de aansluiting overeenkomt, de punten 3 en 5 door middel van afgeschermde kabel met de opneemversterker verbinden.

Als de aansluitingen niet overeenstemmen met die van de aan te sluiten apparatuur, dienen we de geleidersporen die aan de punten 1 en 4 zitten, dicht bij de aansluitingen van de plug te onderbreken. De nu verbroken sporen verbinden we met de plugpennen 3 en 5. De plugpennen 1 en 4 kunnen nu voor het opnemen worden gebruikt. (zie fig. 5).





Figuur 6

Opneemversterker

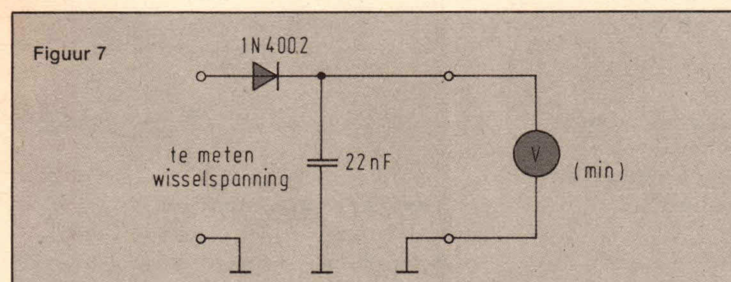
De hier aan te brengen verandering c.q. verbetering, betreft in hoofdzaak de oscillator. Hiertoe bekijken we het schema in fig. 6.

De gewijzigde componenten zijn C8 nieuwe waarde 1,8 nF (was 10 nF), R13 nieuwe waarde 27 kΩ (was 10 kΩ) en voor T1 nemen we een transistor die wat meer vermogen kan dissiperen, de 2N2219 (was BC 107).

Op de componentenlijst behorende bij de weergeefversterker is weerstand R 14 van 270 kΩ vergeten (ELO 7/8-1978); zonder deze weerstand werkt de schakeling niet. We moeten er wel aan denken, dat de wiskop deel uit maakt van de oscillator-schakeling. Zonder de wiskop aan te sluiten oscilleert de schakeling niet. Een waarschuwing is hier wel op zijn plaats: buig niet aan de aansluitpennen van de wiskop; de verbinding tussen het spoeltje en de aansluitpennen is zeer kwetsbaar.

De nieuwe spanningswaarden van de oscillator zijn:
spanning aan de wiskop 110 Vtt
spanning op de opneemkop 45 Vtt
frequentie ca. 100 kHz

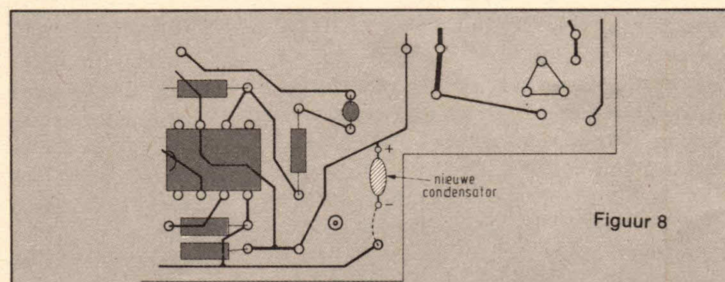
Om hoogfrequent wisselspanning te kunnen meten met een universeelmeter, maken we gebruik van een hulpschakeling, zoals fig. 7 te zien geeft.



Figuur 7

Met deze schakeling wordt de piekwaarde gemeten. De totale waarde zoals hierboven is vermeld, vinden we als we de gemeten waarde met 2 vermenigvuldigen. Indien we gebruik maken van een universeelmeter met een inwendige weerstand van 50 kΩ/V, wordt de oscillator niet noemenswaardig belast.

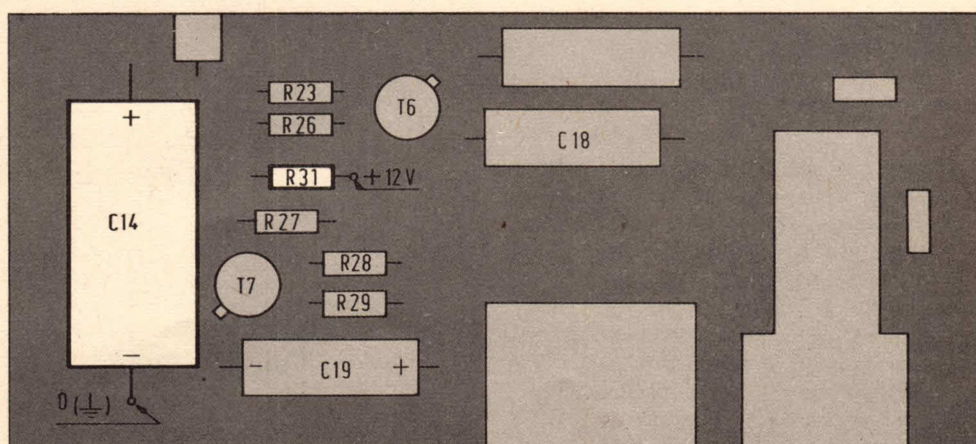
Om overspraak van het oscillatorsignaal via de voeding te voorkomen, moeten we op de print van de opneemversterker een condensator van 47 µF/16V aanbrengen tussen de punten 0 en Ub. Voor de montageplaats op het printje, zie het schetsje in fig. 8.



Figuur 8

Om mogelijke brom, die via de aarding van de opneemversterker in de weergever kan komen, zo klein mogelijk te houden, kunnen we de voeding voor de weergeefversterker het beste van de rechterzijde van R31 en de 0 (⏚) van de onderzijde (–) van de condensator C14 los nemen. Zie hiervoor fig. 9.

Figuur 9



Kopieerinrichting

Voor de kopieerinrichting gelden dezelfde veranderingen en verbeteringen. Voor de motor-tachoregeling is dit de condensator over de aansluitpunten van de tachomotor en het voedingsfilter, bestaande uit de weerstand van 10 Ω en de condensator van 1000 µF.

De wijzigingen voor de wisoscillator kunnen ook hier ter verbetering worden doorgevoerd, te weten: C11 1,8 nF (was 10 nF), R 11 27 kΩ (was 10 k Ω) en T1 2N2219 (was BC 107b).

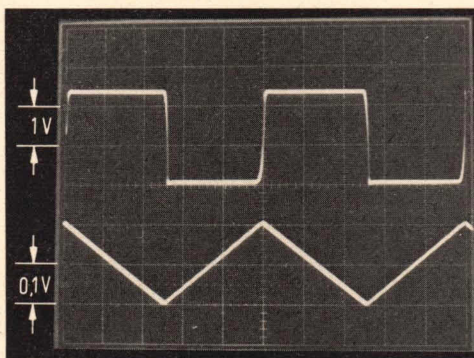
WIST JE,

dat ook een "OpAmp" zijn grenzen heeft?

We bedoelen hier dan de grensfrequentie van de meetversterker van een digitale voltmeter. In kringen van hobby-elektronici hoort men dan al gauw de vraag, waarom niet meteen een operationele versterker? Het antwoord daarop – althans een antwoord dat het toepassingsgebied van de operationele versterker beperkt – moet zijn: de bovenste grensfrequentie. In het professionele taalgebruik wordt deze vaak aangeduid met "slew rate" – aangroeisnelheid – en de eenheid ervan is V/µs. Bij voorbaat: hoe groter de aangroeisnelheid, hoe hoger de bovenste grensfrequentie van een operationele versterker. Bovendien is de aangroeisnelheid vaak nauw verbonden met de frequentie compensatieschakeling van de operationele versterker en voorts ook nog met de ingestelde versterking. De fabrikanten geven derhalve voor operationele versterkers, waarbij frequentie compensatie moet worden toegepast, richtwaarden voor RC- of alleen C-waarden aan, bij verschillende versterkingsfactoren ... en hieraan moet men zich wel houden! Een typische waarde voor de aangroeisnelheid is bijvoorbeeld voor het type 741≈ 0,5 V/µs. Hele snelle zoals de NE 531 (Signetics-Philips) brengen het zelfs tot 35 V/µs. Deze moeten dan echter wel individueel, en zeker bij omschakelbare versterking heel precies in frequentie worden gecompenseerd. Zo, en dat is nu juist bij de TCA 680 (Philips) met zijn 20 V/µs niet nodig. Hier willen we eens wat nader op ingaan. Overigens heb ik verschillende "snelle" operationele versterkers uitgeprobeerd en wie zonder problemen wil werken die kiest bij voorkeur de TCA 680.

Dit zijn de belangrijkste gegevens:
$\pm U_B \leq 15$ V
Ruststroom ca. 6 mA
Slew-rate: 20 V/µs bij $C_{Last} = 100$ pF
$V_U = 1$; $R_L = 2$ kΩ

Maar, hoe gaat dat er nu eigenlijk uitzien, als er aan zo'n operationele versterker te hoge frequentie eisen worden gesteld? Dit is te zien in afb. 1, van een aangelegd 1 MHz rechthoeksignaal – bovenste oscillogram – de OpAmp maakt hiervan een driehoeksignaal - onderste oscillogram. Het rechthoeksignaal wordt geïntegreerd. Bij dergelijke zware eisen klopt dan ook de berekende versterking van bijvoorbeeld 100x niet meer. We keren dus maar weer terug naar een meer praktische waarde voor de bovenste grensfrequentie. In de eerste plaats echter; elke OpAmp van de huidige generatie – zoals bijvoorbeeld het universele type 741 – kunnen we, zolang we aan sinussignalen tot 15 kHz denken en met versterkingen tot 100x volstaan,



Afb. 1 Een overbelaste OpAmp maakt van het bovenste ingangsignaal het onderste uitgangsignaal.

zonder problemen in de laagfrequenttechniek toepassen. Daarbij willen wij het echter hier niet laten. Dit probleem levert ons de meettechniek. In hobbylaboratoria kan men voldoende analoge of digitale wisselspanningmeetapparaten aantreffen waarbij men zich vaak genoeg aan het onderste meetbereik ergert, omdat dat zelfs "nog te ongevoelig" is. Hier brengen we zoals in fig. 2 is aangegeven, verandering in. De hier geschetste versterker kan zonder veel problemen vóór of in een meetversterker worden opgenomen. Het beste is binnenin de beschikbare meetversterker en dan na de ingangsverzwakker. De versterker is dan als in fig. 2 tevens tegen overbelasting beveiligd. Bij mogelijke galvanische koppeling kan de RC-combinatie aan de ingang zelfs achterwege blijven. De bouw is niet kritisch omdat met slechts kleine versterkingen wordt gewerkt. Als S is geopend wordt $V_U = 1$ (spanningsvolger); is S gesloten, dan wordt $V_U = 10$. Dit kan worden berekend uit:

$$V_U = \frac{U_A}{U_E} = \frac{R1 + R2}{R2}$$

Als R1 = 100 kΩ, dan moet volgens deze vergelijking R2 de volgende waarde hebben:

$$V_U = \frac{R1}{R2} + \frac{R2}{R2} = \frac{R1}{R2} + 1$$

daaruit volgt:

$$V_U - 1 = \frac{R1}{R2} \quad \text{en tenslotte}$$

$$R2 = \frac{R1}{V_U - 1} = \frac{100\ \text{k}\Omega}{9} = 11{,}11\ \text{k}\Omega$$

Daar een dergelijke, nauwkeurig berekende waarde niet in de standaard reeks voorkomt, nemen we in serie met R2 (fig. 2; 10 kΩ) potentiometer P (2,5 kΩ) op. Die staat dan ongeveer in de middenstand. Bij gesloten schakelaar S kan de versterker ten opzichte van een vergelijkingsinstrument worden geijkt. Om de schakelfunctie direct op het gedrukte bedradingspaneel te kunnen uitvoeren,

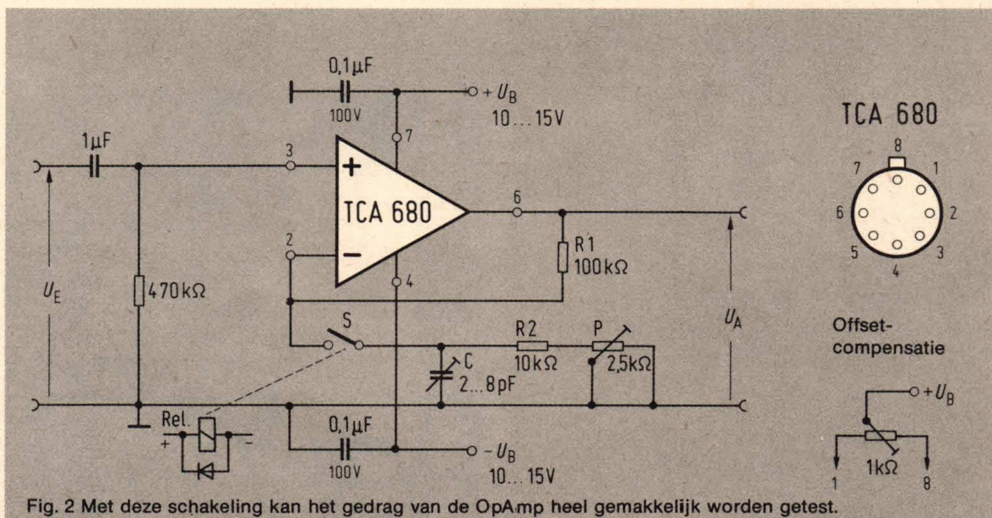
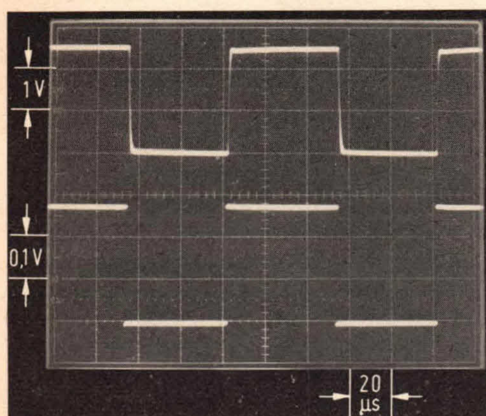


Fig. 2 Met deze schakeling kan het gedrag van de OpAmp heel gemakkelijk worden getest.

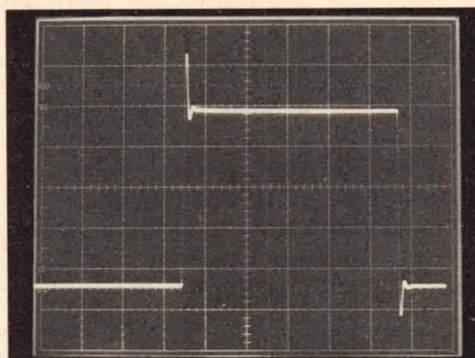
werd een klein relais gebruikt. Bij het ijken kan men het beste met een frequentie van ca. 1 kHz werken.

De amplitude van het uitgangsinussignaal moet, als op de ingang een spanning van 100 mV of 200 mV wordt aangelegd, bijvoorbeeld 1 V of 2 V bedragen. De juiste waarde kan met P worden ingesteld. Beschikt men niet over een vergelijkend



Afb. 3 Als eerste resultaat zien we hier het ingangssignaal onder en het uitgangsignaal boven.

meetinstrument, dan kan alleen nauwkeurig uitmeten van R1 uitkomst brengen en volgens bovenstaande vergelijking, een juiste serieschakeling van R2 en P worden vervaardigd.
Tot zo ver het instellen van de spanning. Hoe ziet het er nu met de bovenste grensfrequentie uit? Wel deze ligt tussen de punten met ~0 dB versterking afname, in de buurt van de 165 kHz! Gaan we van de – 3 dB punten uit, dan worden zelfs waarden van 800 kHz bereikt. Hoe snel – of langzaam – nu een snelle operationele versterker omschakelt laat afb. 3 zien. Bij het onderste oscillogram gaat het daarbij om een bloksignaal van 10 kHz met een ingangspanning van 280 mV_{tt}.
Van de flanken is niets te zien, omdat deze in het nanoseconden gebied liggen. In het bovenste oscillogram van afb. 3 is dat anders. De uitgangspanning van 2,6 V_{tt} – wat dus niet nauwkeurig op een 10x ingestelde versterking duidt – geeft hier (helaas) al zichtbare schakelflanken te zien. Dat is wat bepalend is voor de 165 kHz grensfrequentie. In afb. 4 is dat duidelijker te zien. Daarin zijn ter vergelijking van de flanksteilheid uit- en ingangsignaal met verschillende kanaalversterkingen van de oscilloscoop over elkaar heen geschreven. De verdeling op de tijdas is in beide gevallen 0,1 µs. Bij een in de pulstechniek gedefinieerde schakeltijd als zijnde van 10 ... 90% van de flanksteilheid, is hier ca. 0,38 µs nodig. Afgeregeld werd hier met de trimmer C (2 ... 8 pF in fig. 2). Beschikt men niet over een oscilloscoop, dan kan men 3 ... 5 pF aanhouden. Anders



Afb. 5 Typisch voorbeeld van "doorschieten" bij overcompensatie.

moet zo worden afgeregeld, dat in afb. 3 of 4, een 10 kHz-signaal aan de uitgang nog juist een licht doorschieten geeft te zien. Is de capaciteit te groot, dan levert dit een signaal met een vorm als in afb. 5. Dit is verkeerd en geeft te sterke amplitudevariaties in het bovenste frequentiebereik. Goed afgeregeld is deze schakeling een ideale meetversterker met een versterking van 10x. Genoemd moet nog worden dat tussen punt 1 en 8 van de TCA 680 (fig. 2) een off-set compensatie tot stand kan worden gebracht. Daartoe wordt op de uitgang een gelijkspanningsmeter of gelijkstroommeter opgenomen en met een potentiometer van 1 kΩ bij V_U = 10x op nul afgeregeld.

Het geheel kan nu zelfs tot een 100-voudige spanningsversterking worden gedwongen. De bovenste grensfrequentie neemt daarbij, zoals mag worden verwacht, af tot ca. 17 kHz. De som van R2 met daarmee in serie een potentiometer, moet dan worden:

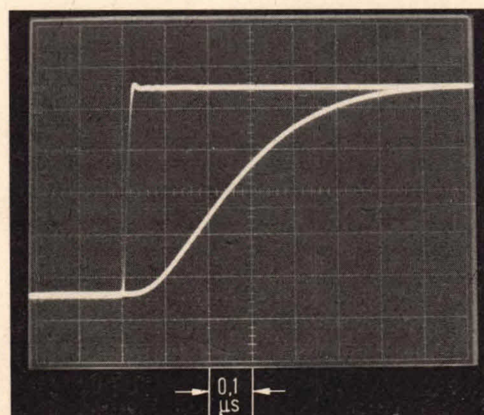
$$R2 = \frac{100\ k\Omega}{99} = 1{,}01\ k\Omega$$

en daarvoor kiezen we R2 = 910 kΩ en P = 250 Ω. Om een waarde van 17 kHz te bereiken moet overigens een vaste condensator van 750 pF worden opgenomen. De stijgtijd bedraagt dan ca. 3,8 µs.
Derhalve ligt de bruikbare grens eerder bij V_U = 10x dan bij V_U = 100x. Daarnaast heb ik onder dezelfde voorwaarden aan ongeveer even snelle OpAmp's dezelfde metingen verricht en bij V_U = 10x gevonden:

TCA 680	0,38 µs	
NE 531	0,45 µs	(compensatie nodig)
MIC 1539	0,75 µs	(compensatie nodig)

Niet iedereen beschikt over een dubbele voedingsbron als geschetst in fig. 2. Beschikt de meetversterker niet over een dergelijke voeding, dan kan als in fig. 6, met een spanning van 10 ... 20 V worden gewerkt. Hierbij is een ingangspanningsdeler nodig, die zowel de spanning op punt 3 als de uitgangspanning op $U_B/2$ brengt. Compensatie (zie C in fig. 2) mag niet achterwege blijven, omdat de 100 µF condensator tamelijk omvangrijk is en daarvoor voor wat strooicapaciteit zorgt. De condities zijn derhalve enigszins circuit-afhankelijk. De weestand van 150 kΩ en de condensator van 47 µF, dienen als extra bromfilter aan de ingang – we willen immers 1 mV tot 10 mV versterken – wel dan worden we daarbij ook door het kleinste bromsignaal gestoord. En a.u.b. niet de afscherming aan de ingang vergeten – anders bromt het toch nog.

D. Nührmann



Afb. 4 Zo sterk wordt de steilheid van de flank afgerond.

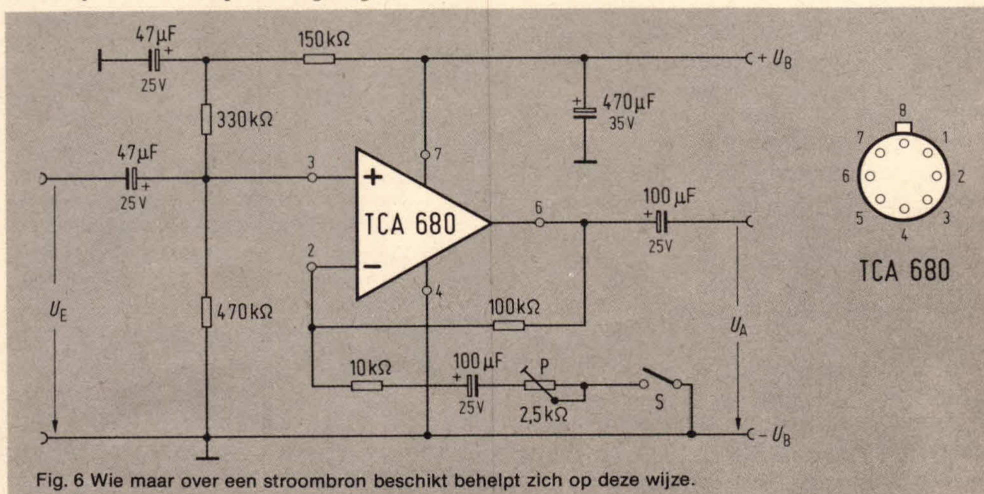


Fig. 6 Wie maar over een stroombron beschikt behelpt zich op deze wijze.

Waarom dubbel als het enkel ook gaat?

Waarom er dubbelsupers bestaan

Is een dubbelsuper zo goed als een enkelsuper of alleen maar dubbel zo duur? En hoe staat het dan met een drievoudige super? Vooral kortegolf luisteraars vragen zich dat af, want juist onder de kortegolfontvangers treffen we de meeste meervoudige supers aan. Hoe zit dat in elkaar?

Om deze vraag te beantwoorden kunnen we het beste teruggaan in het verleden van de ontvangtechniek. De allereerste ontvangers werkten alleen nog maar met een hoogfrequentaanwijzer, later gevolgd door de kristaldetector waarmee de modulatie weer hoorbaar kon worden gemaakt. Dat ging heel eenvoudig, zolang maar een enkele of zelfs een onbekende frequentie was te ontvangen. Twee of meerdere signalen die gelijktijdig werden ontvangen konden echter niet van elkaar worden gescheiden.

In de vorige eeuw werd de trillingskring uitgevonden. Deze heeft afhankelijk van zijn kwaliteit een meer of minder breed maximum en dempt alle buiten dit maximum liggende frequenties meer of minder. Hoe goed of slecht dit gaat weet iedereen, die een detectorontvanger heeft gebouwd en hem in het bereik van minstens twee krachtig binnenkomende zenders heeft bediend. Van selectiviteit kon geen sprake zijn. Dat was een heel geraffineerde zaak, want met terugkoppelen lukt het om bepaalde frequenties heel sterk uit te filteren, zodat er maar één frequentie overbleef, dankzij een doorlaatkromme met zeer steile flanken (fig. 1, rechts).
Voor de verbreiding van de audionschakeling (principe van de modulatieschakeling) was echter doorslaggevend, dat in slechts een enkele hoogvacuümbuis met een enkel versterkersysteem zowel het hoogfrequent, als de terugkoppeling versterkt en ook kon worden gedemoduleerd. Tegelijk werd met het wegnemen van de demping de versterking tien tot twintigduizend maal opgevoerd. Zo'n audionschakeling zien we in fig. 2. In de eerste na-oorlogse ontvangers vinden we deze schakeling weer terug, omdat er zo weinig onderdelen voor nodig zijn, hoewel de "super" al in het begin van de twintiger jaren bekend was. Maar bij een nog zo exact afgestemde terugkoppeling en daarmee grote opslingering, bleef een enkele frequentie toch maar op zichzelf aangewezen. Hij deed zijn best, maar kon niet verhinderen, dat een sterk naburig signaal de ontvangst van een zwak signaal stoorde, want tussen deze twee kon er wel een verschil van honderdduizendmaal en meer zijn. Beter scheidendvermogen werd dus meer en meer noodzakelijk. Dat leidde tot de ontwikkeling van de super.

De grondgedachte daarbij was, de verschillende ontvang-frequenties op één enkele vaste frequentie over te zetten, die dan naar believen kan worden gefilterd. Die vaste frequentie wordt tussenfrequentie (Engels: intermediate frequency) of middenfrequentie genoemd. Daarmee werd het ook mogelijk de doorlaatbreedte aan te passen aan de omstandigheden. Die moet groot zijn, wanneer het ontvangen signaal, dat een bepaalde breedte heet, niet mag worden afgesneden, om de volledige modulatie-inhoud onvervormd te laten overkomen en heel smal, wanneer het gaat om het scheiden van dicht bij elkaar liggende telegrafiestations. Maar hoe komt men naar steeds maar weer diezelfde middenfrequentie?

Fig. 3 laat ons het blokschema zien. Men mengt heel eenvoudig de in een minizendertje – in de ontvanger ingebouwd – opgewekte oscillatorfrequentie met de ontvangen frequentie. Het eenvoudigste is dit aan de hand van een voorbeeld uit te leggen. Laat de ontvangen frequentie 1000 kHz zijn, dus een middengolfzender en het doorlaatkanaal van de middenfrequentversterker, zijn op 460 kHz afgestemd. Dan moet aan de mixer nog de oscillator frequentie van 1460 kHz worden toegevoerd. Door aftrekken (1460 kHz - 1000 kHz = 460 kHz) wordt

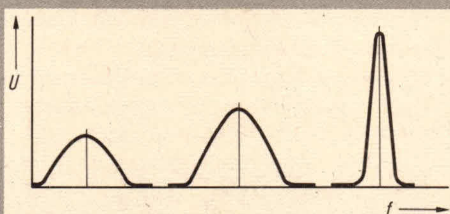


Fig. 1. Resonantiekrommen van drie frequenties waarvan we rechts de beste doorlaatkromme zien.

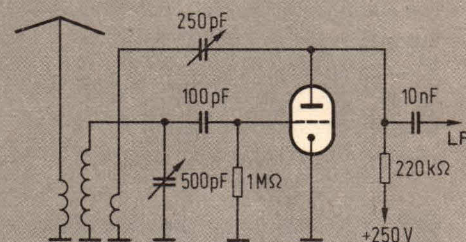


Fig. 2. Zo ziet een typische audionschakeling eruit zonder de daaropvolgende LF-eindtrap. (Principe van een demodulatie-schakeling)

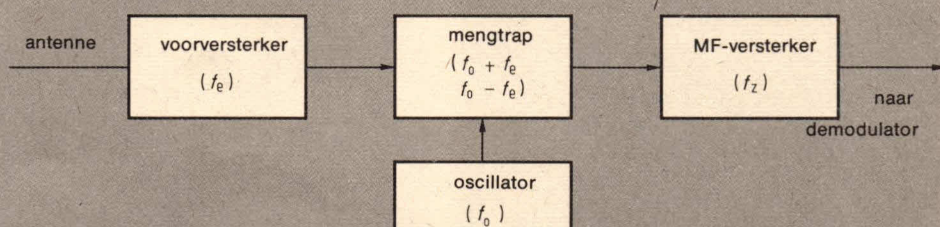


Fig. 3. Blokschema van de mengschakeling in een super.

nu de middenfrequentie gevonden. Deze kan nu in de middenfrequentversterker naar believen worden gefilterd en versterkt.
Tot zover is alles goed. Maar wordt nu toevallig ook nog de frequentie van 1920 kHz ontvangen, dan wordt er met de oscillatorfrequentie een tweede precies gelijke middenfrequentie (1920 kHz - 1460 kHz =460 kHz) gevormd.

Dat is dan verrassing nummer een. Deze ongewenste ontvangstfrequentie – spiegelfrequentie genoemd – moet dus worden onderdrukt. Daarvoor vinden we in fig. 3 de zogenaamde voorversterker met een op de ontvangstfrequentie afgestemde trillingskring, soms ook meer dan één. Het probleem daarbij is, dat ook de oscillator moet worden afgestemd, maar dan telkens op een 460 kHz hogere frequentie. Een zelfde bedrag lager gaat niet, want ook de langegolf van 150 kHz tot 300 kHz moet ontvangen kunnen worden. De parallelloop van de twee afstemcondensatoren is alleen een probleem voor de ontwerpers, die dat oplossen met in serie en parallel geschakelde condensatoren in de oscillatorkring. Voor de afregeling later bij reparaties moeten dan natuurlijk wel instelvoorschriften worden gegeven.

Hadden we het over de eerste verrassing, dan komt nu meteen de tweede. Zo'n super ontvangt dan ook bij voorkeur de middenfrequentie. Weliswaar zijn er geen stations (officieel) die op de frequentie van 460 kHz uitzenden, maar er bestaat ook een eerste harmonische van de lange golf van 230 kHz. Maar men kan in de voortrap(pen) van de hoogfrequentversterker zogenaamde middenfrequentie vallen inbouwen. Dat helpt.

Wat overblijft is het probleem van de voorselectie en daarmee wordt het alsmaar moeilijker naarmate de frequentie die men wil ontvangen hoger is. Denk maar eens aan de 27 MHz, de speelplaats voor de communicatie-amateurs. Hier ontvangen we een op kanaal 7 werkend station op 27035 kHz met de oscillatorfrequentie van 27495 kHz (27035 + 460 = 27495).
460 kHz hoger, dus op 27955 kHz ligt de spiegelfrequentie. Dat is in procenten uitgedrukt slechts 3% boven de ontvangstfrequentie. Daar haakt een eenvoudige kringvoorversterker af en meerdere zijn duur. Wat nu?

Zo komen we eindelijk bij de dubbelsuper. We zetten het signaal gewoon twee keer om. De eerste keer bijvoorbeeld op 10,7 MHz, daarvoor zijn kant-en-klare bandfilters in de handel en de tweede keer op de wel haast gestandaardiseerde 460 kHz. Nu ligt de spiegelfrequentie bij 27035 kHz + (2x 10.700 kHz) = 48435 kHz. Deze is gemakkelijk te filteren. Fig. 4 geeft het blokschema.
De tweede conversie of omzetting levert ons weinig moeilijkheden op. Omdat we van de ene eerste middenfrequentie overgaan op een tweede vaste middenfrequentie, komen we goed uit met een kristaloscillator. Daar hebben we dan geen omkijken meer naar, hij blijft stug op zijn frequentie staan bijvoorbeeld op (10700 kHz - 460 kHz) = 10240 kHz. Dat de oscillator lager staat komt doordat zo'n oscillator goedkoper is en de spiegelfrequentie van 9780 kHz dankzij hoogwaardige frequentie kringen gemakkelijker is te filteren dan de 11120 kHz. Jammergenoeg liggen beide frequenties in het kortegolfgebied.

Wanneer we dus het gehele kortegolfbereik willen kunnen ontvangen, dan moet bij de keuze van de eerste middenfrequentie echt hoog worden gemikt. Gaat het alleen maar om de ontvangst van enkele banden, dan legt men de eerste middenfrequentie juist zo op een andere (midden van de doorlaatkromme) dat de spiegelfrequentie in een gebied valt, waarin ons weinig storing staat te wachten. Wanneer we dan toch nog hoge frequenties tegenkomen, dan ligt het er uitsluitend aan, dat er nauwelijks nog storingvrije gebieden bestaan.

Wanneer het echter slechts om enige kortegolfbanden gaat kan het ook nog anders. Dan neemt men voor de eerste oscillator een vaste frequentie en stemt de eerste middenfrequentie af. Bijvoorbeeld van 10000 kHz tot 11000 kHz. Dan kan men 1000 kHz brede banden goed en zeker ontvangen, vooral wanneer de eerste oscillator een kristaloscillator is.

Zo werken ook de digitaal afstemmende doorlopende kortegolfontvangers, maar ook kortegolfvoorzetapparaten, bijvoorbeeld voor autoradio's. De rol van de eerste middenfrequent wordt dan door de middengolfontvanger van de autoradio overgenomen, die van 520 kHz tot 1610 kHz loopt, dus eveneens een bereik van rond 1000 kHz omvat.

En drievoudige supers? Die worden meestal gescheiden samengesteld. Wanneer namelijk frequenties in het UHF gebied moeten worden ontvangen, dan plaatst men er eenvoudig een voorzetapparaat voor, waarmee bijvoorbeeld de 2 m amateurband van 144 MHz tot 146 MHz op28 MHz tot 30 MHz overbrengt, die op nagenoeg iedere amateurontvanger voorkomt (fig. 5). Want dat is namelijk de 10-m band. De daarbij behorende eerste oscillatorfrequentie wordt dan eenvoudig met een kristaloscillator op de harmonische 116 MHz gebracht.

W. Knobloch

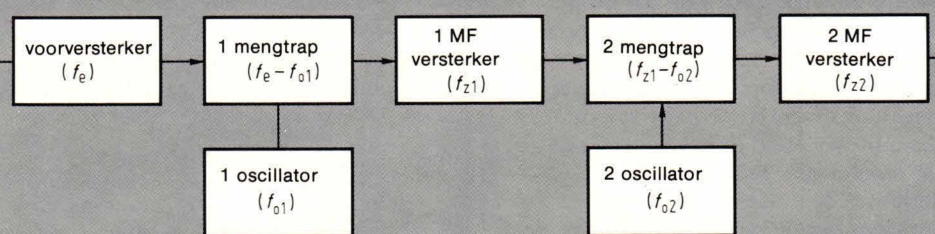


Fig. 4. In een dubbelsuper wordt de ingangsfrequentie tweemaal omgezet.

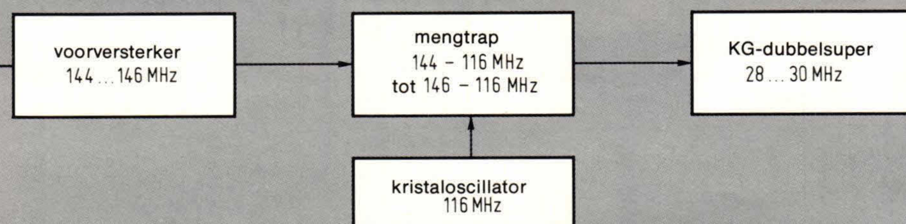


Fig. 5. Drievoudige omzetting is doelmatig, wanneer geen hoge frequenties met een voorzetapparaat worden ontvangen.

Dit tweede deel van de serie "antennes" is eveneens gewijd aan de niet gerichte antennes, de zogenaamde rondstralers. Met de bespreking van drie antennetypen, te weten de ½λ-dipool, de J-antenne en de ⅝ λ-straler, hebben we het onderwerp rondstralers nagenoeg gehad. Er volgen dan nog de zogenaamde verkorte antennes.

2

ANTENNE'S

theorie, praktijk en zelfbouw

De ½ λ-dipool

Zoals we in het eerste deel van deze serie al hebben opgemerkt, behoort de ½ λ-dipool tot de eenvoudige antennes. Uitsluitend bij toepassing voor de kortere golflengten is het mogelijk om een gestrekte ½ λ-dipool direct te voeden uit een coaxiale kabel. Fig. 1 laat zien hoe dat in zijn werk gaat. Dat in dit geval een symmetrische antenne direct wordt gevoed door een asymmetrische kabel, zal misschien wat vraagtekens oproepen. Proeven hebben aangetoond dat het zonder meer mogelijk is, als de kabellengte maar niet toevallig in een resonantieverhouding staat tot de voedingsfrequentie, dat wil zeggen een lengte heeft van ¼ λ of een veelvoud daarvan. De totale stralerlengte wordt berekend uit l = 142.500 : f (in kHz). Voor de 27 MHz band zouden we dus een totale lengte krijgen van ongeveer 5,25 m. Wordt een dergelijke ½ λ-antenne vertikaal opgesteld, dan wordt de kleine vertikale openingshoek van deze antenne goed benut. Deze wordt des te kleiner naar mate de antenne hoger boven het aardniveau kan worden geplaatst.

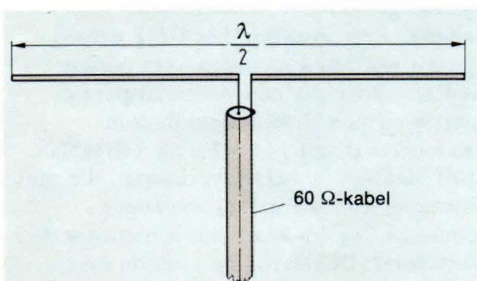


Fig. 1. Voeding van een ½ λ-straler door middel van een coaxialekabel.

Uitvoeringsvormen

Voor de horizontale uitvoering, dat wil zeggen voor de uitstraling van horizontaal gepolariseerde golven, voldoet een antenne uit twee gespannen draden van de juiste lengte uitstekend. Een dergelijke antenne is eenvoudig en goedkoop te fabriceren en geeft goede resultaten als de te overbruggen afstanden niet al te groot zijn. De antenne is ook geschikt voor radioverbindingen met bijvoorbeeld vrachtauto's, waarbij de ontvangantennes vertikaal zijn gepolariseerd (fig. 2). Voor de vertikale uitvoering bestaan er andere oplossingen. Men kan namelijk, zoals in fig. 3 is aangegeven, de 60 Ω voedingkabel toevoeren door de onderste helft van de ½λ-straler. In het midden van de antenne wordt de mantel van de kabel dan verbonden met de onderste buis, en de binnengeleider wordt verbonden met het bovenste deel van de buis.

Voor de 27 MHz band zijn deze beide buizen bijvoorbeeld elk 2,5 m lang, en vormen samen een zogenaamde coaxiale-antenne. De toevoerkabel moet natuurlijk over de gehele lengte van de onderste buis zijn geïsoleerd en de buitenmantel mag pas in het midden van de antenne worden vrij gemaakt, om aan de onderste buis te worden vastgesoldeerd. De onderste stralerhelft heeft bij deze antenne een dubbelfunctie. Enerzijds vormt ze een stralende dipoolhelft en anderzijds vormt ze samen met de coaxiale kabelsectie een ¼ λ-aanpassing.
Een soortgelijke mechanische uitvoering van deze antenne is natuurlijk ook

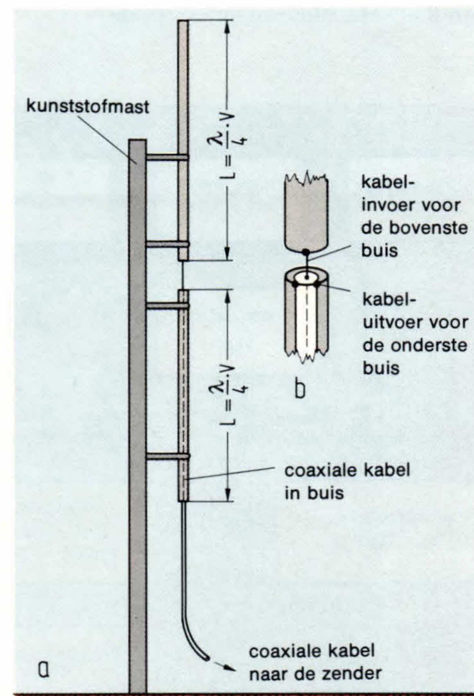


Fig. 3. Coaxiale antenne voor de 27 MHz-band. De beide buizen moeten 2,5 m lang zijn, de onderste moet iets korter zijn.

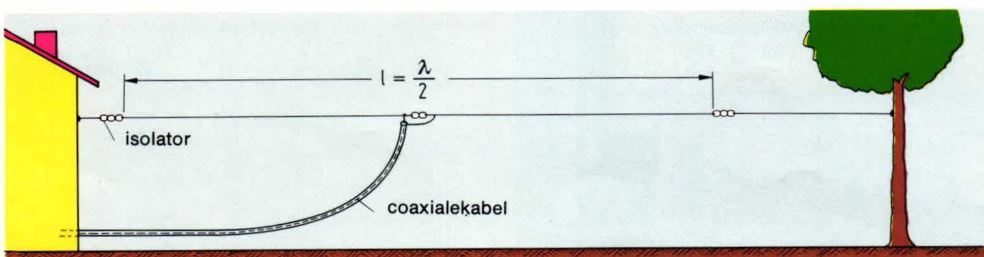


Fig. 2. Uitvoering van een ½ λ-antenne voor de 27 MHz-band.

mogelijk voor de 2 m band en voor alle andere UHF-banden (fig. 4). Bij de 2 m band moeten de bovenste straler en de onderste buis beiden ongeveer 50 cm lang zijn.

Natuurlijk moeten ook bij deze constructie de dipolen zodanig worden bevestigd, dat ze volkomen zijn geïsoleerd van eventuele metalen steundelen. Ook hier wordt het antennediagram en de antenneresonantie beïnvloed door geleidende voorwerpen in

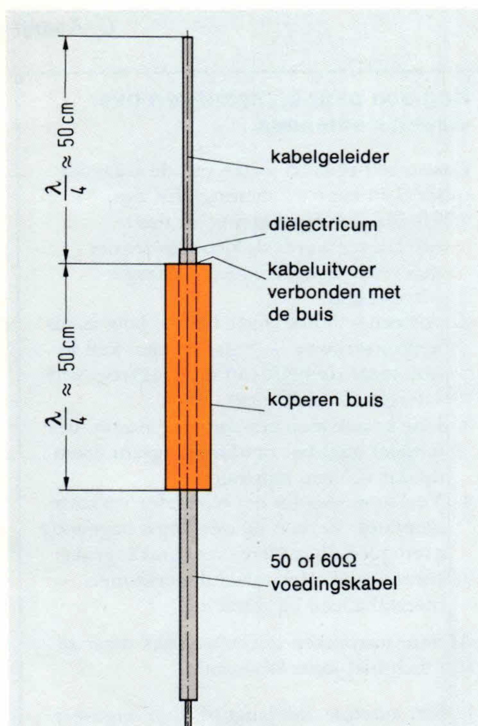


Fig. 4 Coaxiale antenne voor de 2 meter band. Hier is een zelfdragende constructie te zien, die op een kunststofbuis is bevestigd.

de nabijheid van de uiteinden van de stralers.
Overigens moet voor de onderste buis een verkortingsfactor van 0,95 worden gekozen, omdat de coaxiale kabel een grotere capacitieve belasting veroorzaakt.

De J-antenne

Een zeer populaire antenne is de zogenaamde J-antenne. Het gaat daarbij in principe om een vertikale $^1/_2\,\lambda$-antenne, aan het onderste uiteinde is een $^1/_4\,\lambda$-aanpassingsleiding parallel geschakeld. Beide stralers zijn in het voetpunt kortgesloten en geaard. Aan het onderste gedeelte van deze beide stralers kan met behulp van een kabel een impedantie worden afgenomen tussen enkele duizenden ohm en nul ohm. In de vakwereld staat deze antenne ook bekend als een zogenaamde J-antenne (fig. 5). Het bijzondere voordeel van deze antenne is, dat ze tegelijkertijd dienst kan doen als bliksemafleider zonder dat dit invloed heeft op de werking als antenne. Fig. 6 toont een uitvoeringsvorm van een dergelijke antenne voor aansluiting op een coaxiale kabel. Bij deze uitvoering kan een 50 Ω kabel direct worden aangesloten als de verhouding D:d van de $^1/_4\,\lambda$-golftransformator ongeveer gelijk is aan 6. Bij deze variant is overigens de straler zelf niet geaard en kan dus geen dienst doen als bliksemafleider.
Om deze reden en bovendien omdat de uitsturing van een $^1/_2\,\lambda$-straler soms problemen oplevert - men moet namelijk de voedingskabel tenminste over een lengte van $^1/_2\,\lambda$ loodrecht vanaf het voedingspunt naar beneden leiden, omdat er anders aanpassingsmoeilijkheden en sterke vervormingen van de stralingskarakteristiek kunnen optreden - en omdat bovendien vertikale dipolen niet aan metalen draagmasten kunnen worden bevestigd, gebruikt men liever de zogenaamde aangepaste $^1/_2\,\lambda$-antenne. In principe is dit een J-antenne waarbij de $^1/_4\,\lambda$-aanpassing niet als staaf maar als buis is uitgevoerd. Men kan door een geschikte aftakking bij deze uitvoering de golfweerstand aanpassen aan iedere willekeurige voedingskabel. De afstand tussen de binnenste en buitenste parallele buis bedraagt ongeveer 10...20 mm, zodat de voedingskabel gemakkelijk in de tussenruimte kan worden gepositioneerd. De elektrische lengte van de parallelbuis moet gelijk zijn aan $^1/_4\,\lambda$ en het kortgesloten voetpunt is geaard. Bij een

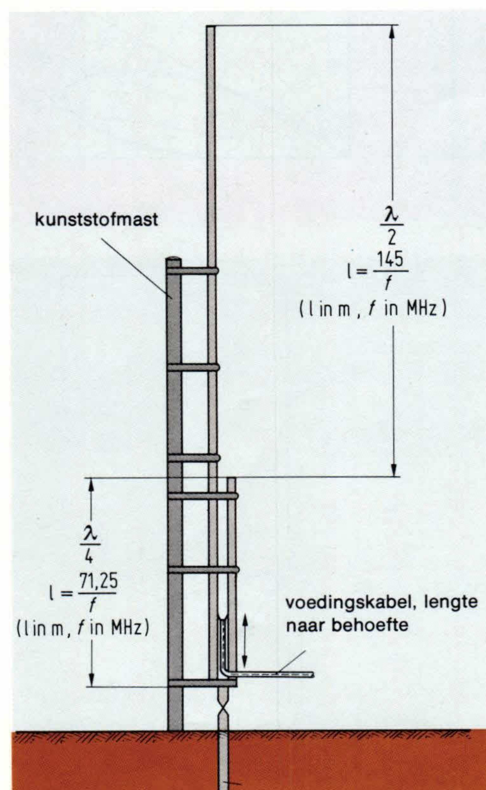


Fig. 5. $^1/_2\lambda$-antenne met $^1/_4\lambda$ aanpassing, deze wordt ook wel J-antenne genoemd

totale lengte van ongeveer 1,5 m in de 2 m band is deze antenne gemakkelijk zelfdragend uit te voeren, waarbij de steunmast en de straler een eenheid vormen. Voor de 2 m band zijn stralers

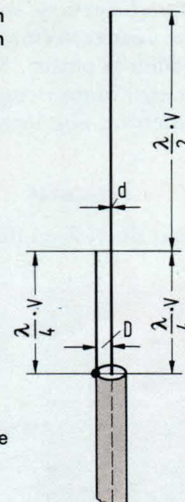
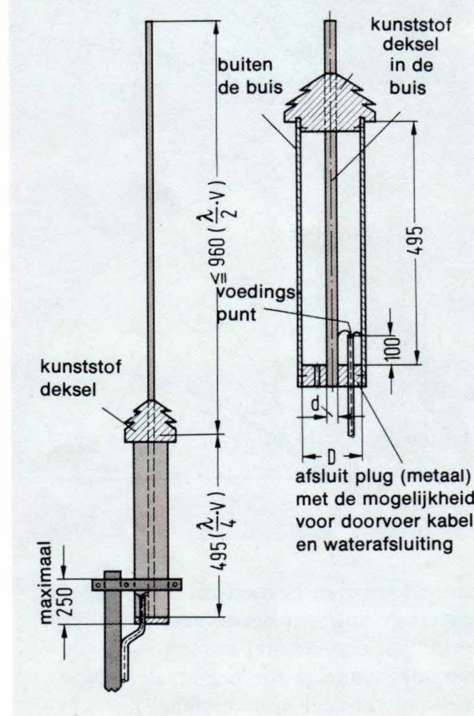


Fig. 6. De J-antenne kan worden gevoed met een coaxiale kabel.

Fig. 7. Aangepaste antenne voor de 2 m band.



met een lengte van ongeveer 960 mm en een aanpassing van 495 mm zeer geschikt gebleken.
Fig. 7 toont de mechanische uitvoering van een dergelijke antenne. We moeten erop letten dat de metalen bevestiging maximaal 250 mm boven het onderuiteinde van de antenne mag worden aangebracht.
Wie zich niet aan zelfbouw van een dergelijke antenne wil wagen vindt overigens in de handel een ruime keus aan dergelijke antennes.
De toepassing van deze antennevorm is niet beperkt tot het met juiste impedantieaanpassing voeden van een

vertikale $^1/_2\,\lambda$-straler. Ze kan ook met goed gevolg worden toegepast bij allerlei typen vertikaal gepolariseerde Yagi-antennes, omdat zich in het geometrische midden van het vrije $^1/_2\,\lambda$-gedeelte een spanningsminimum bevindt. Op deze plaats kan dus een metalen dwarsconstructie worden bevestigd waarop dan weer reflectoren en directoren kunnen worden geplaatst. Maar nu raken we al verzeild in de richtantennes, en daarop komen we nog uitgebreid terug.

De $^5/_8\,\lambda$-straler

Naast de $^1/_4\,\lambda$ en de $^1/_2\,\lambda$-straler, die

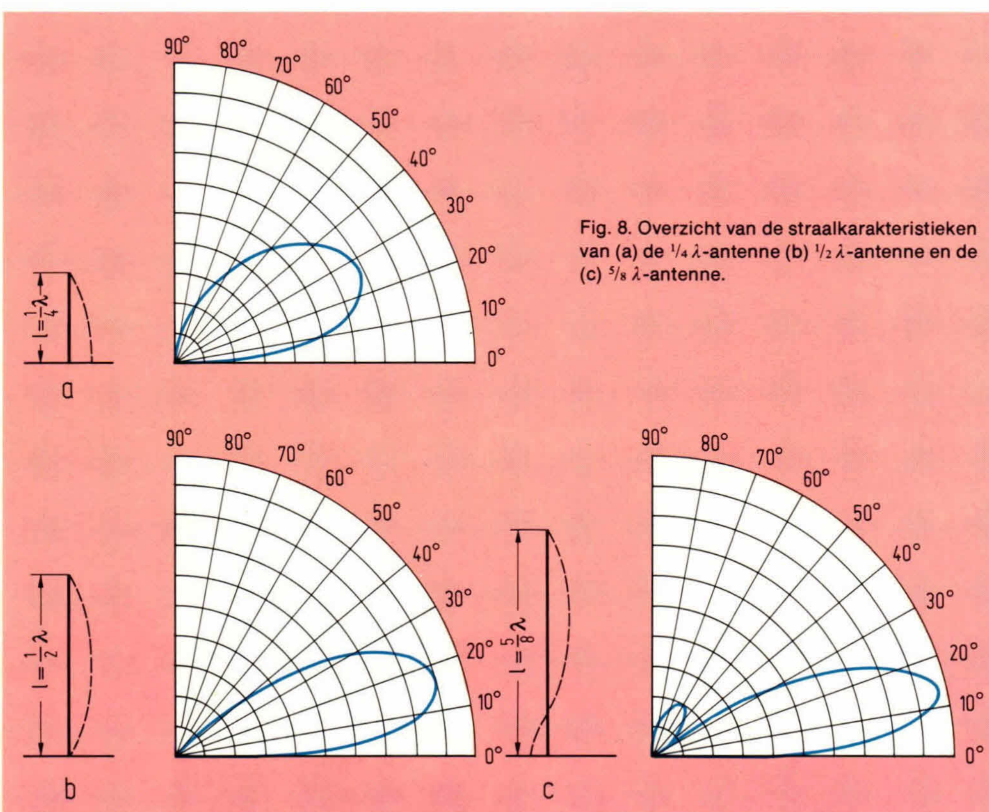


Fig. 8. Overzicht van de straalkarakteristieken van (a) de $^1/_4\,\lambda$-antenne (b) $^1/_2\,\lambda$-antenne en de (c) $^5/_8\,\lambda$-antenne.

kunnen worden gevoed uit 50 Ω kabels, bestaat er nog een derde veel gebruikte versie van een relatief korte rondstraal antenne, namelijk de $^5/_8\,\lambda$-straler. Deze ontstaat wanneer een vertikaal gepolariseerde en gepositioneerde staafantenne met een lengte van $^1/_2\,\lambda$ een stukje wordt verlengd. Het vertikale antennediagram (fig. 8). toont een tweede antennelob. Daarnaast wordt echter de hoofdlob, die onder een tamelijk kleine hoek wordt uitgestraald, groter.
Een vertikale straler met een lengte van $^5/_8\,\lambda$ heeft de kleinste vertikale elevatie-hoek die met een eenvoudige vertikale antenne kan worden bereikt. Omdat tevens de vertikale openingshoek ten opzichte van die van een loodrechte $^1/_2\,\lambda$-straler wordt verkleind, krijgen we een antennewinst van 3 dB ten opzichte van deze $^1/_2\,\lambda$-straler. Overigens is $^5/_8\,\lambda$ geen resonante lengte. Daarom moet deze $^5/_8\,\lambda$-straler door middel van een spoel aan het voetpunt elektrisch worden vergroot tot een lengte van $^3/_4\,\lambda$. De ontbrekende $^1/_4\,\lambda$ van een golfresonantie wordt aangevuld door radialen of door een autodak die evenzo een $^1/_4\,\lambda$ eigenschap heeft. Hier vinden we dergelijke antennes dan ook het meest toegepast.
De totale lengte van het vertikale gedeelte van een $^5/_8\,\lambda$-antenne voor de 2 m band bedraagt 1215 mm. Bij een doorsnede van het spoellichaam van 6,35 mm moet de verlengingsspoel bestaan uit 11 windingen van 1,6 mm dik draad. Ook hier geldt dat de draad voorzien moet zijn van een elektrisch zo goed mogelijk geleidend oppervlak, zodat we bijvoorbeeld verzilverd koperdraad moeten gebruiken. Deze 11 windingen moeten dan over een lengte van ongeveer 38 mm gelijkmatig worden verdeeld (fig. 9). De hele antenne kan bijvoorbeeld worden gesteund door een polyester staaf, waarop de verlengingsspoel direct kan worden gewikkeld. Wie zich ook hier niet aan zelfbouw wil wagen, vindt in de vakhandel een ruime keus aan dergelijke antennes.

G. Knauft

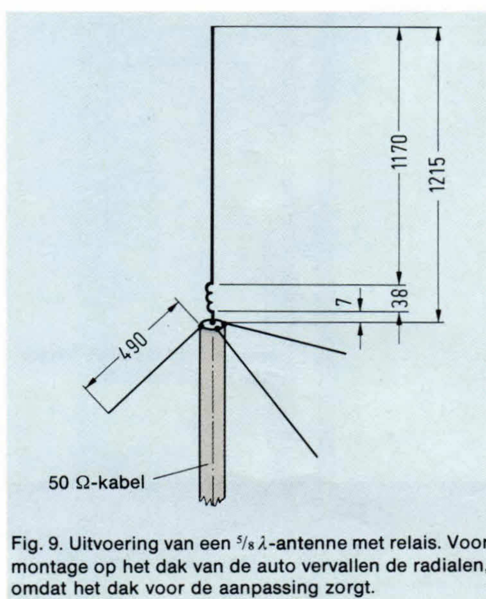


Fig. 9. Uitvoering van een $^5/_8\,\lambda$-antenne met relais. Voor montage op het dak van de auto vervallen de radialen, omdat het dak voor de aanpassing zorgt.

Nog een paar opmerkingen over verkorte antennes

Gaat u zelf eens na welke van de volgende uitspraken naar uw mening juist zijn.

1. Hoe langer een antenne is, des te effectiever wordt de door de zender geleverde hoofdfrequente energie uitgestraald.
2. Als een antenne maar half zo lang is, als een onverkorte $^1/_4\,\lambda$-straler, dan kan ze ook maar de helft van de hoogfrequente energie effectief uitstralen.
3. Hoe korter men een antenne maakt, des te meer gaat het richtingsdiagram lijken op dat van een bolstraler.
4. Veel antennes (in het bijzonder verkorte antennes) werken bij ontvangst nagenoeg even goed als andere, veel omvangrijker constructies. Het verschil merkt men meestal alleen bij zenden.

Al deze uitspraken horen we vaak maar ze zijn toch niet juist. Waarom?

1. Een antenne, die langer is dan ongeveer 0,7 λ, bezit een richtingsdiagram met ongewenste nevenminima en -maxima, die onder bepaalde omstandigheden kunnen leiden tot een aanzienlijke verslechtering van de propagatie in een bepaalde gewenste richting.
2. Zolang er geen grote verliezen optreden, bijvoorbeeld veroorzaakt door elektrisch slecht geleidend stralermateriaal, wordt door iedere antenne (ook door een verkorte antenne) de hele ter beschikking staande hoogfrequente energie uitgestraald (waar moet ze trouwens anders heen?) De enige moeilijkheid bij verkorte antennes is, dat meestal niet reële en bovendien de kleine voetpunt weerstand zo goed mogelijk verliesvrij moet worden aangepast aan de voedingskabel.
3. Omdat ook bij zeer korte stralers de hoogfrequente stroom alleen aan de buitenzijde van de staaf kan lopen en de grootste hoogfrequente spanning steeds optreedt aan het uiteinde van de straler, bezit in ieder geval elke verkorte antenne een duidelijk minimum in de richting van de as van de staafantenne, evenals trouwens iedere (rechte) straler van grotere lengte. Alleen al dit feit is dus in tegenspraak met de opmerking dat het diagram van korte antennes gaat lijken op dat van een bolstraler.



**

veldsterkte meter

Veldsterktemeters zijn in het eenvoudigste geval detectorontvangers, die in plaats van een koptelefoon een gevoelige draaispoelmeter bezit voor indicatie van hoogfrequente energie. Een dergelijke veldsterktemeter kan met zeer eenvoudige middelen worden opgebouwd en bewijst zijn diensten bij afstemwerkzaamheden aan zenders en antennes. Dit instrument is dan ook bijzonder interessant voor de radioamateur, omdat die hiermee in staat is de zendantenne van zijn kortegolfzender nauwkeurig af te stemmen. Een goed opgebouwde veldsterktemeter kan ook worden gebruikt om bij benadering frequenties te meten. In het onderstaande worden diverse uitvoeringsmogelijkheden en praktische details van veldsterktemeters gegeven.

Elke detectorontvanger is een veldsterktemeter

Normale detectorontvangers, die ook nu nog wel bestaan, zijn eigenlijk akoestische veldsterktemeters. Voor goede ontvangst zijn over het algemeen draadantennes van aanzienlijke lengte nodig en ook een goede aarding. Dergelijke voorwaarden werken het gebruik van zo'n ontvanger als veldsterktemeter niet direct in de hand, daarom zullen we onze veldsterktemeter zodanig opbouwen dat we vlakbij een zender aan een kleine telescoopantenne al voldoende hebben. Als indicatie-instrument nemen we het gevoeligste instrument, dat we kunnen vinden. Instrumenten met 50 µA volle schaal zijn normaal in de handel verkrijgbaar en met een beetje geluk is er wel eentje met 25 µA volle schaal op de kop te tikken. De schakeling van een detectorontvanger met daarop aangesloten draaispoelmeter respectievelijk koptelefoon is getoond in fig. 1. De trillingskring met L en C wordt berekend volgens de formule:

$$f_{(MHz)} = \frac{159}{\sqrt{L\,(\mu H) \cdot C\,(pF)}}$$

waarbij voor C de capaciteit van de draaicondensator bij half uitgedraaide platen wordt ingevuld. Daardoor heeft men rond het gewenste frequentiegebied nog een beetje speling. In de meeste gevallen wordt zo'n veldsterktemeter gebruikt bij frequenties van ca. 25 MHz en hoger, waar vanwege het zeer kleine aantal windingen de spoelen uit dik zilverdraad kunnen worden gewikkeld, hetgeen de kwaliteit en daarmee de gevoeligheid zeer ten goede komt. De draaicondensator moet natuurlijk eveneens een kwalitatief goede uitvoering zijn. Het meest geschikt zijn lucht-draaicondensatoren, dat wil zeggen condensatoren waarbij alleen maar lucht tussen de platen aanwezig is en geen pertinax of mica. Vanwege de hoge frequenties is een maximale waarde van 50 pF bij volledig ingedraaide platen ruim voldoende. Moeten VHF- of UHF-frequenties worden gemeten, dan is 5...10 pF al voldoende. Bij dergelijke hoge frequenties komt het in het bijzonder op de constructieve opbouw aan, omdat ieder klein stukje draad dan al een eigen capaciteit en een eigen inductie heeft, die zeker bij hoge frequenties een grote rol kunnen spelen.

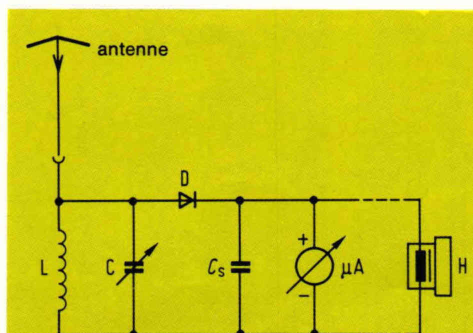


Fig. 1. Basisschakeling van een detectorontvanger. Door aansluiting van een draaispoelmeter in plaats van de koptelefoon ontstaat een veldsterktemeter.

Koppelen en aftakken

Alleen de superoptimist zal gebruik maken van de trillingskring in fig. 1, want het aftakken van de hoogfrequente energie aan het hete uiteinde van de spoel en de daarmee verbonden belasting door de daarop volgende schakeling, boort alle pogingen om een zo hoog mogelijke kringkwaliteit te bereiken direct de grond in. We gaan daarom in onze veldsterktemeter wat betreft de ingangsschakeling een beetje anders te werk. In fig. 2 zijn de verschillende mogelijkheden afgebeeld. Schema a) toont de grove benadering, schema b) toont een inductieve koppeling van de antenne en schema c) toont hoe het maximum aan selectiviteit en gevoeligheid wordt bereikt. Door het afnemen van de hoogfrequente energie via een aftakking, blijft de belasting binnen zekere grenzen. Wie er tijd en moeite aan wil besteden, kan de gunstigste plaats voor de aftakking proefondervindelijk bepalen. Wordt de aftakking meer naar de massazijde geplaatst, dan neemt de kringkwaliteit toe, maar de indicatorspanning neemt af. Ligt de aftakking te ver naar boven, dan wordt de kring te sterk gedempt waardoor de uitgangspanning eveneens afneemt. Zoals bij veel dingen het geval is, ligt de juiste instelling ook hier ergens in het midden.

De totale schakeling van de veldsterktemeter is getoond in fig. 3 en hoe de ingangskring er in de praktijk uitziet is getoond in fig. 4.

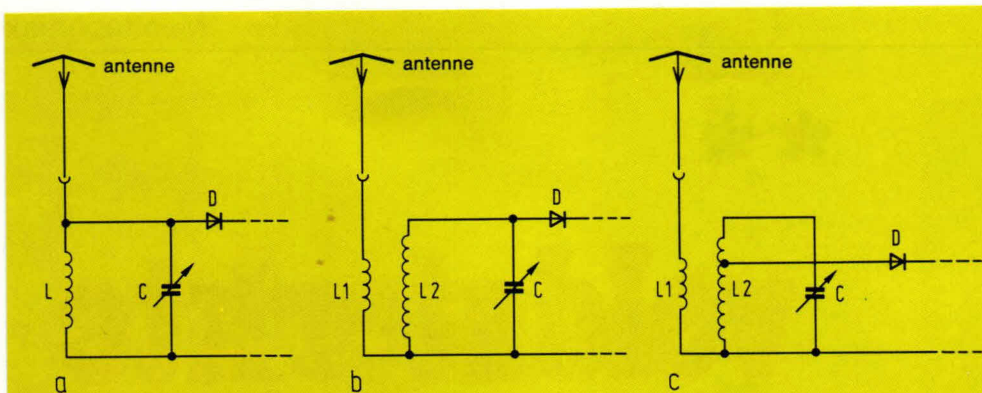


Fig. 2 Verschillende mogelijkheden om de HF-energie af te nemen met verschillende dempingskringen.

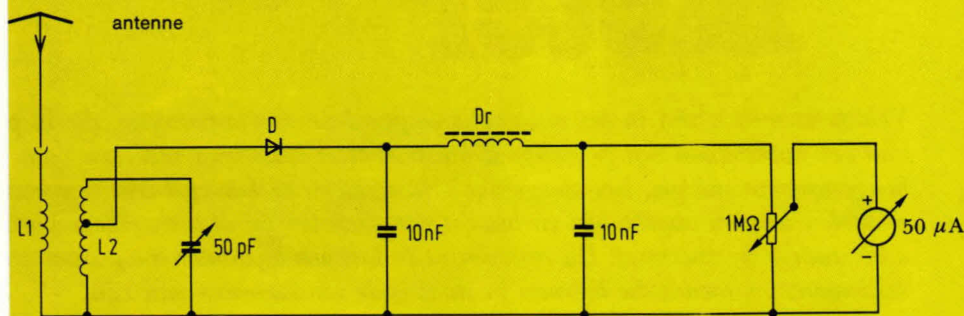


Fig. 3 Schakeling van het proefmodel.

aftakkingen mee worden omgeschakeld. Een dergelijke configuratie leidt echter tot een tamelijk groot en onhandig apparaat en door de vele leidingen is het zeker niet denkbeeldig dat de resultaten bij hoge frequenties lang niet meer bevredigend zijn. Het is daarom beter om de trillingskring te dimensioneren voor een lagere frequentie, omdat dan voor de hogere frequenties bij uitgedraaide draaicondensator nog altijd een voldoend breedbandige gevoeligheid resulteert.
Nog een opmerking over de diode. Het zal duidelijk zijn dat een silicium-vermogensgelijkrichter hier niet op zijn plaats is, maar dat we een goede HF-germaniumdiode moeten toepassen. Een goed en gemakkelijk verkrijgbaar type is bijvoorbeeld de AA 118, aanzienlijk betere resultaten kunnen echter worden verwacht van de 1 N 60. Om het onderste uit de kan te halen zullen een aantal dioden van hetzelfde type moeten worden geprobeerd. Overigens is dit ontwerp in het bijzonder bestemd voor die hobby-elektronicus die al enig "hoogfrequent" ervaring heeft opgedaan.

Voor frequenties van 25 MHz en hoger wikkelen we spoelen uit verzilverd koperdraad met een doorsnede van 1 mm, en wel ongeveer acht windingen met een inwendige wikkelingsdoorsnede van ongeveer 15 mm. Aan een uiteinde wordt de leiding naar de antenne-aansluiting gesoldeerd, na drie windingen wordt de massa aansluiting afgetakt en na weer drie windingen wordt de diode aangesloten. Het vrije uiteinde wordt dan verbonden met die zijde van de luchtcondensator die niet met massa is verbonden, respectievelijk uit het minste materiaal is opgebouwd (meestal het statorpakket). De spoel moet een zo groot mogelijke afstand tot het metalen huis bezitten om de kringkwaliteit niet te sterk te verminderen. In eerste instantie wordt natuurlijk afgestemd met de draaicondensator. Ligt het maximum echter buiten het afstemgebied, dan kan de spoel door uitrekken of indrukken eventueel nog in het juiste frequentiegebied worden gebracht. Is onze veldsterktemeter nauwkeurig opgebouwd en kan het gewenste frequentiegebied goed worden afgestemd, dan worden vaak verrassende resultaten bereikt. Zo kan een 100 mW draagbaar zendertje voor de 27 MHz-band nog tot een afstand van 100 meter worden gemeten. Het is zelfs mogelijk om een zendpiraat in de directe omgeving met onze veldsterktemeter nauwkeurig te localiseren.
Mettertijd ontstaat misschien de behoefte om de veldsterktemeter ook voor andere frequentiegebieden te gaan toepassen. In principe kan dan gebruik worden gemaakt van het schema uit fig. 5, maar in het bijzonder kunnen de dempingsproblemen in dit geval roet in het eten gooien. Ideaal zou natuurlijk een meervoudige omschakeling zijn, waarbij ook alle

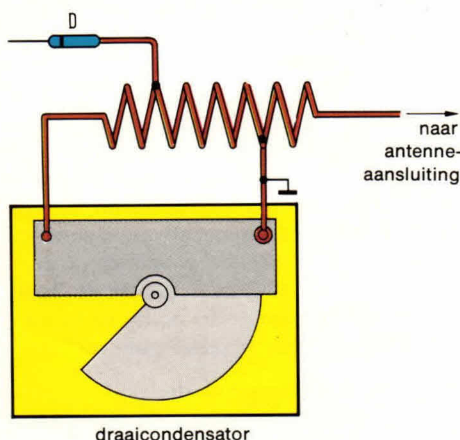


Fig. 4 Wikkelschema van de spoel.

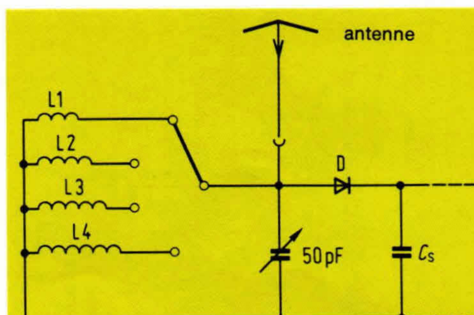


Fig. 5 Voorstel voor een andere ingangskring. Door de omschakelbare spoelen kunnen verschillende frequentiegebieden worden ingesteld.

De veldsterktemeter in de praktijk

In de nabijheid van een zender moet de als verzwakker geschakelde potentiometer nooit helemaal open staan, want dan bestaat de kans dat ook zonder dat de frequentie nauwkeurig is afgestemd, de wijzer met een klap over de schaal heen vliegt. Men stelt de potmeter dus eerst een flink stuk terug en stemt met de draaicondensator af. Treedt er nog geen uitslag op, dan wordt de potmeter iets verder open gedraaid en wordt opnieuw afgestemd enzovoort.

Naast de mogelijkheid om zenders voor radiografische besturing of amateurzenders op maximaal zendvermogen af te regelen, bestaat ook nog de mogelijkheid om de bijbehorende zendantennes correct af te regelen. Dat gebeurt als volgt: eerst wordt met een staande-golf-meetbrug (zie ELO 6-1979) de antenne in principe afgestemd. Dan wordt de veldsterktemeter binnen zichtbereik geplaatst en de potmeter zodanig ingesteld, dat de wijzer tot het midden van de schaal uitslaat. Nu kan door het voorzichtig verstellen van de afregelinrichtingen, die afhankelijk van het antennetype, nogal kunnen verschillen, een optimale uitstraling worden ingesteld, die niet in alle gevallen precies met de staande-golfverhouding overeen hoeft te komen. Daarbij wordt nog opgemerkt, dat een slechte staande-golfverhouding weinig invloed heeft op de ontvangst. Het is nauwelijks mogelijk om een antenne zover te verstemmen dat ook de ontvangst duidelijk minder wordt.

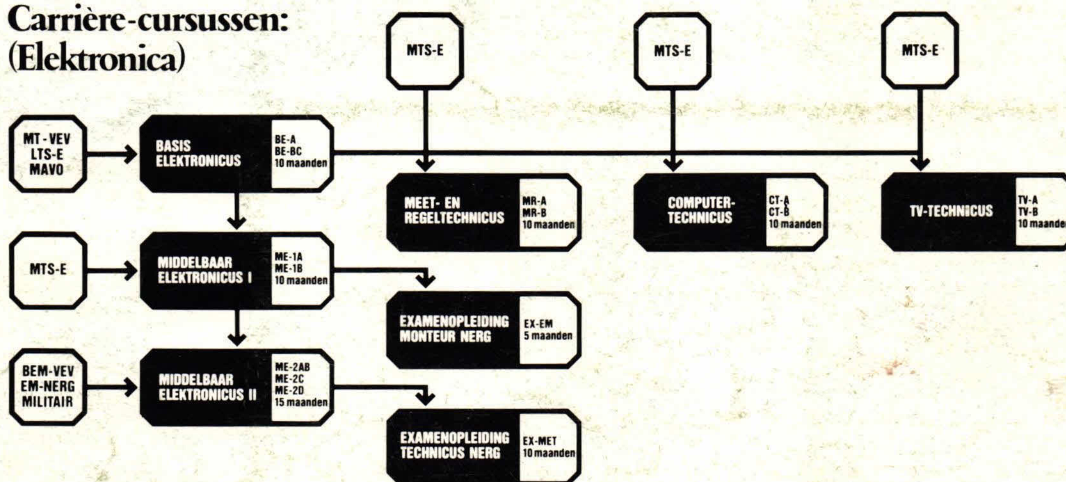
C. Rockrohr

Start in september

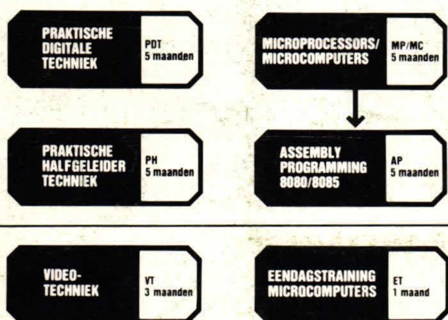
Elektronica opleidingen Dirksen heeft carrière-cursussen en bijscholingscursussen. Elektronica opleidingen Dirksen geeft schriftelijk onderwijs en schriftelijk onderwijs met mondelinge begeleiding.
De mondelinge begeleiding wordt gegeven in de volgende plaatsen:
Arnhem; Amsterdam; Rotterdam; Eindhoven; Deventer; Groningen en Utrecht.

Wij zijn, wat het schriftelijk onderwijs betreft, **erkend** door de minister van onderwijs en wetenschappen. De diploma's worden daarom mede ondertekend door een rijksgecommitteerde.

Carrière-cursussen: (Elektronica)



Bijscholings-cursussen: (Elektronica)

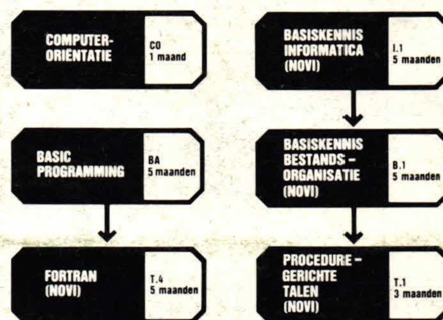


VIDEO-TECHNIEK — VT 3 maanden

EENDAGSTRAINING MICROCOMPUTERS — ET 1 maand

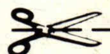
NIEUW

Automatiserings-cursussen:



FORTRAN (NOVI) — T.4 5 maanden

PROCEDURE-GERICHTE TALEN (NOVI) — T.1 3 maanden



Bon

Zend mij informatie en een proefles van de cursus(sen)



Of bel **085-451641**
Ook 's avonds
en tijdens
het weekend.

....

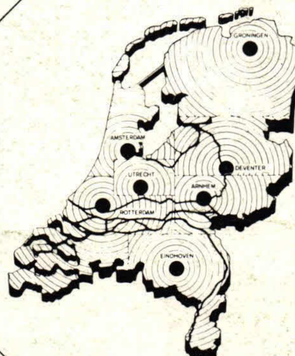
naam: ....

adres: ....

postcode + plaats: ....

Deze bon in een gesloten enveloppe, zonder postzegel, zenden naar:
Elektronica opleidingen Dirksen, Machtiging 677, 6800 WC Arnhem.

36-EL-07/08J



Elektronica opleidingen Dirksen

Parkstraat 25, 6828 JC Arnhem
Tel.: 085 - 451641 of
vanuit België: 00/31 85451641

Erkend door de minister van onderwijs en wetenschappen bij beschikking d.d. 18-12-1974.